

**CURSO DE ODONTOLOGIA**

Sandyelli Máira Pozzebon

**AVALIAÇÃO DA DUREZA SUPERFICIAL DE UMA RESINA COMPOSTA DE  
INCREMENTO ÚNICO**

Santa Cruz do Sul

2016

Sandyelli Máira Pozzebon

**AVALIAÇÃO DA DUREZA SUPERFICIAL DE UMA RESINA COMPOSTA DE  
INCREMENTO ÚNICO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à disciplina  
de trabalho de conclusão de curso, do Curso de  
Odontologia da Universidade de Santa Cruz do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Alcebiades Nunes Barbosa

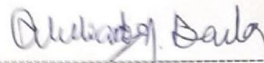
Santa Cruz do Sul

2016

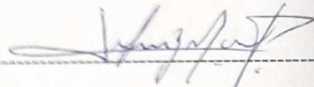
SANDYELLI MAIRA POZZEBON

**AVALIAÇÃO DA DUREZA SUPERFICIAL DE UMA RESINA COMPOSTA DE  
INCREMENTO ÚNICO**

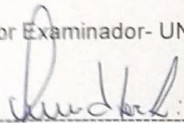
Esta monografia foi submetida à disciplina Trabalho de conclusão de curso, do Curso de Odontologia da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, como requisito para obtenção do título de Cirurgiã Dentista.



Dr. Alcebiades Nunes Barbosa  
Professor Orientador - UNISC



Me. José Luiz Santos Martins  
Professor Examinador- UNISC



Me. George Valdemar Mundstock  
Professor Examinador - UNISC

Santa Cruz do Sul

2016

A Deus, pela oportunidade.

A minha família, por me proporcionar a oportunidade de estudar e realizar meu sonho e compreensão nos momentos que não estive presente. Sou eternamente grata!

Ao meu namorado, pela paciência, por me motivar a seguir meu sonho, por estar ao meu lado nesses cinco anos de graduação.

## **AGRADECIMENTOS**

Um agradecimento especial ao prof. Dr. Alcebiades Nunes Barbosa, meu orientador. Por acreditar em mim, por me dar a honra de ser sua orientada nessa pesquisa, pelo incentivo e conhecimentos transmitidos. Por me guiar e esclarecer minhas dúvidas. Por me transmitir calma e paciência. És um exemplo de profissional e pessoa, muito Obrigada!

À professora Doutora Suziane Maria Raupp pelas aulas de orientação, que foram muito importantes para a construção desta monografia.

Ao laboratório de metalurgia física da UNISC, por ceder o durômetro e o microscópio para realizar a pesquisa.

À Faculdade de odontologia da Universidade de Santa Cruz do sul pela oportunidade a mim concedida.

A todas as pessoas que de alguma maneira colaboraram, para que eu realizasse essa pesquisa.

## RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar duas resinas compostas, sendo uma de inserção pela técnica de incremento único (Filtek™ Bulk Fill, 3M ESPE) e outra de inserção pela técnica incremental (Charisma®, Heraeus Kulzer), comparando-as quanto à dureza superficial. Para a medição dessa propriedade foram confeccionados dez corpos de prova de cada resina com dimensões padronizadas e que foram submetidos ao ensaio de penetração pelo método de dureza Vickers. Para cada corpo de prova, a superfície de teste foi obtida pela inserção da resina em orifício circular com 5 mm de diâmetro formado pela superposição de duas matrizes metálicas em formato de disco e com espessura de 2 mm cada uma. Após a polimerização da resina, os corpos de prova foram armazenados durante 24 horas à temperatura ambiente em frascos hermeticamente fechados e com total ausência de luz. Após esse período, utilizando-se o durômetro Fixo-Test (Atlasmaq, São Paulo – SP, Brasil), foi realizado o teste de dureza em três diferentes locais do topo e da base. As marcas resultantes de cada penetração foram analisadas num microscópio óptico (Mitutoyo, Tokyo, Japão), sendo posteriormente transformadas em valores de dureza Vickers. Por meio da análise de variância (ANOVA) e utilizando o teste t de Student, os resultados obtidos mostraram que a dureza na superfície de topo da resina Filtek™ Bulk Fill é maior do que na base, enquanto a resina Charisma® não apresenta diferença estatisticamente significativa entre a superfície da base e do topo. Na comparação entre as duas resinas, os resultados mostraram que não há diferença de estatisticamente significativa entre elas na base, ao contrário da superfície do topo em que a resina Filtek™ Bulk Fill apresenta maior dureza. Finalmente, na comparação entre a soma total dos valores da base e do topo entre as duas resinas, o resultado mostra que a resina Filtek™ Bulk Fill possui maior dureza superficial que a resina Charisma®. Com base nos resultados, conclui-se que há diferenças estatisticamente significativas entre as duas resinas, sendo que a dureza total da resina de inserção pela técnica de incremento único possui um maior valor que a resina de inserção pela técnica incremental.

**Palavras chave:** Resinas Compostas, Teste de Dureza, Polimerização

## ABSTRACT

This paper has focus on to compare the hardness superficial between two composites. One of them to a single increment insert technique (Filtek™ Bulk Fill, 3M ESPE) and the other one to insertion incremental technique (Charisma®, Heraeus Kulzer). For the measurement of this property was made ten specimens of each resin with standardized dimensions. They were subjected to penetration test by Vickers hardness method. For each specimen, the test surface was obtained by inserting the circular hole in resin with 5 mm diameter. Formed by the superposition of two metal matrix in disk shape with a thickness of 2 mm each. After the resin polymerization the specimens were stored for 24 hours at room temperature in sealed bottles with total absence of light. After that time, it was using the Fixed-Test durometer (Atlasmaq, São Paulo - SP, Brazil) to made the the hardness test which was conducted at three different top and bottom locations. The resulting marks from each penetration were analyzed under a light microscope (Mitutoyo, Tokyo, Japan) it was subsequently being converted into Vickers hardness values. Through the variance analysis (ANOVA) and using the Student t-test, the results showed that the hardness on the top Filtek™ Bulk Fill resin surface is higher than in the base. On the other hand, the Charisma® Diamond resin does not differ statistically significant between the surface of the base and the top. The comparison between these two resins shows as results any statistically significant difference on the basis. However, on the Filtek™ Bulk Fill top surface has a higher hardness. Finally, comparing the values added of the base and the top between the two resins, the result shows the Filtek™ Bulk Fill resin has a higher surface hardness than diamond Charisma® resin. Based on the study findings it was concluded that the comparison of the hardness values of over the surfaces tested has statistically significant differences between the two resins. Over all, the total hardness of the insert resin by single increment technique has a bigger value than the inserting incremental technique resin.

.

**Key - words:** Composite Resins; Hardness Tests; Polymerization.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Apresentação comercial das resinas selecionadas.	28
Figura 2 - Matriz metálica utilizada na confecção dos corpos de prova	29
Figura 3 - Polimerização da resina	30
Figura 4 - Corpo de prova para a realização do teste de dureza	31
Figura 5 - Durômetro utilizado para mensurar a dureza superficial das resinas	32
Figura 6 - Corpo de prova posicionado sob o penetrador para realização das medições	33
Figura 7 - Superfície da resina apresentando as três marcações resultantes do teste com o penetrador do aparelho de dureza	33
Figura 8 - Microscópio óptico	34



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação das resinas compostas utilizadas com suas respectivas composições e fabricantes	27
Tabela 2 -Valores das médias de dureza Vickers obtidos nas duas superfícies dos corpos de prova dos grupos testados	35
Tabela 3 - Comparação entre as médias Base x Topo, para a Resina Filtek Bulk Fill.	36
Tabela 4 Comparação entre as médias Base x Topo, para a Resina Charisma.	37
Tabela 5-Comparação entre as médias das resinas Charisma x Filtek Bulk Fill, na Base dos corpos de prova	38
Tabela 6 - Comparação entre as médias das resinas Charisma x Filtek Bulk Fill, no Topo dos corpos de prova	39
Tabela 7 - Comparação entre as médias das resinas Charisma x Filtek Bulk Fill, Dureza Total (soma dos valores da base e topo)	40
Tabela 8 – Resultados da dureza total (base + topo dos corpo de prova.)	41
Gráfico 1- Comparativo entre as médias da base e do topo da dureza Vickers da resina Charisma e Filtek Bulk Fill.	35
Gráfico 2 - Comparativo entre as resinas em relação a Dureza total.	41

## LISTA DE ABREVIATURAS

SDR	Substituição inteligente de dentina
RBC	Resinas de incremento único
GC	Grau de conversão
HV	Dureza Vickers ou microdureza Vickers
E	Módulo de elasticidade
SBS	Cisalhamento
KHN	Microdureza Knoop
IA	Adaptação intermarginal
PS	Tensão de contração de polimerização
UDMA	Uretano dimetacrilato aromático
DDDMA	Dodecanodimetacrilato
EDMAB	Etil 4 dimetilaminobenzoato
AUDMA	Dimetacrilato aromático
AFM	Adição de fragmentação
Bis-EMA	Bisfenol A dimetacrilatoetoxilado
TEGDMA	Trietileno glicol dimetacrilato

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2.</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	12
<b>2.2</b>	<b>Evolução das resinas compostas de incremento único</b> .....	12
<b>2.3</b>	<b>Estudos realizados sobre a microdureza e dureza das resinas.</b> .....	19
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	26
<b>3.1</b>	<b>Tipo de pesquisa</b> .....	26
<b>3.2</b>	<b>Seleção do material bibliográfico</b> .....	26
<b>3.3</b>	<b>Amostra</b> .....	26
<b>3.4</b>	<b>Aspectos éticos</b> .....	26
<b>3.5</b>	<b>Projeto piloto</b> .....	27
<b>3.6</b>	<b>Coleta de dados</b> .....	27
<b>3.7</b>	<b>Análise de dados</b> .....	33
<b>3.8</b>	<b>Apresentação dos dados</b> .....	33
<b>3.9</b>	<b>Armazenamento de dados</b> .....	33
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	34
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	42
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	47
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	48
	<b>APÊNDICE-A - Resultados dureza Vickers da resina Filtek™ Bulk Fill (3M ESPE)</b> .....	51
	<b>APÊNDICE-B - Resultados da dureza Vickers da resina Charisma® Diamond (Heraeus Kulzer)</b> .....	52
	<b>ANEXO A – Carta da instituição a coordenadora do curso de Odontologia da UNISC</b> .....	53
	<b>ANEXO B – Carta ao coordenador do Curso de Engenharia da Produção UNISC</b> .....	54

## 1. INTRODUÇÃO

Recentemente, vários novos materiais restauradores foram anunciados como resinas compostas de incremento único. No entanto, muitos clínicos mantêm a filosofia de polimerização pela técnica incremental (EL-SAFTY, SILIKAS, WATTS, 2012)

A estratificação incremental promove uma menor relação entre as áreas de união da camada de resina, alcançando um fator-C mais baixo durante a polimerização de cada camada. A resina necessita ser inserida na cavidade em incrementos de até 2 mm, a fim de reduzir a tensão de polimerização e produzir resultados mais satisfatórios. Além disso, sabe-se que um incremento com espessura menor que 2 mm oferece penetração de luz suficiente para polimerização, resultando num aumento das propriedades física e mecânica e uma melhor adaptação marginal (LAZARCHIK et al., 2007). Novos materiais com composição química modificada para reduzir o estresse de contração de polimerização estão no mercado e que são inseridos em incremento único na confecção de restaurações diretas de resina composta (VAN ENDE et al., 2012)

Essas resinas de incremento único foram concebidas para colocação em camadas de 4 ou 5 mm de espessura e polimerizadas em uma única etapa. A vantagem é que elas podem ser aplicadas mais rapidamente, economizando assim o tempo de permanência do paciente na cadeira odontológica (TIBA et al., 2013).

Flury et al.(2012) relatam em sua pesquisa, que a microdureza Vickers pode ser considerada como um instrumento preciso para estimar a profundidade de polimerização das resinas compostas de incremento único. Esse tipo de ensaio tem sido um dos experimentos mecânicos mais utilizados para examinar a dureza superficial dos materiais (ILIE, BUCUTA, DRAENERT, 2013).

Usando esse tipo de ensaio, Ilie e Stark (2013) analisaram várias resinas de incremento único e observaram que a dureza máxima foi alcançada em camadas mais profundas para tempos de exposição mais longos, sendo significativamente maior para a resina SDR™ em comparação com Filtek Bulk Fill que foi estatisticamente semelhante para outros materiais analisados no estudo.

A dureza Vickers de sete diferentes tipos de resina composta de incremento único foram avaliadas por Abouelleil et al. (2015), tendo observado um

comportamento variável entre elas. Para alguns produtos, a diminuição da dureza entre a superfície e 2 mm e entre a superfície e 4 mm de profundidade não foi significativo, enquanto outras revelaram uma diferença significativa em profundidades maiores. Apenas duas resinas registraram valores de dureza de superfície da base excedendo os 50 VHN (número de dureza Vickers), considerado ideal. No entanto, um único produto apresentou valor de dureza de Vickers a uma profundidade de 4 mm que excedeu a proporção de 80% em comparação com a dureza da superfície de topo como requerido na literatura, o que evidencia a possibilidade de ser usada em incrementos únicos de 4 mm para restaurar cavidades.

Os trabalhos acima descritos foram desenvolvidos para avaliar a dureza de resinas de incremento único, sem levar em conta a comparação desses materiais com as tradicionais resinas de inserção pela técnica incremental.

Yssa et al. (2016), por sua vez, observaram que existem poucos estudos examinando a translucidez e profundidade de polimerização da resina de incremento único, com poucos relatos também sobre as propriedades ópticas e de microdureza em função da espessura desses compósitos.

Face ao exposto, decidiu-se realizar este estudo com o intuito de mostrar ao cirurgião-dentista a importância das características da resina composta usada na prática clínica, em especial, sua propriedade de dureza superficial e que está diretamente relacionada com o grau de polimerização do material, sendo este um dos fatores responsáveis pelo sucesso ou insucesso das restaurações dentárias.

Essa pesquisa tem, portanto o objetivo de avaliar a dureza superficial de duas resinas compostas, sendo uma de polimerização pela técnica de incremento único e a outra de polimerização pela técnica incremental. A hipótese é de que a resina de polimerização pela técnica incremental apresentará uma dureza superficial superior à de incremento único.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.2 Evolução das resinas compostas de incremento único

As resinas odontológicas são constituídas basicamente de uma porção orgânica e outra inorgânica. Essa combinação permite que o material obtenha melhores propriedades que as dos componentes originais. A composição é um dos fatores determinantes das propriedades mecânicas da resina, sendo que o tamanho e a quantidade de carga presente no material são os aspectos de maior influência. Na parte orgânica da resina estão os monômeros, componentes de maior importância, pois são eles que se unem para formar o polímero, os iniciadores (geralmente canforquinona) responsáveis por dar início ao processo de polimerização, os estabilizadores (hidroquinona) e o agente de união (silano). A porção inorgânica possui os pigmentos (corantes minerais) que dão as diferentes tonalidades às resinas, o agente radiopacificador (geralmente dióxido de titânio) e as partículas inorgânicas, que também são chamadas de partículas de carga, geralmente composta por sílica coloidal, quartzo, vidro moído, entre outras. Essas partículas irão dar uma maior resistência à resina, além de diminuir a contração durante o processo de polimerização (STAHL, F. et al., 2000.).

Há relatos na literatura, que a técnica de inserção em incremento único, foi estudada por Puckett et al.(1992) com o objetivo de comparar a microinfiltração de três sistemas de agentes híbridos compostos, usando técnicas de incremento único e incremental e um forro de ionômero de vidro, em 60 incisivos bovinos, onde nestes foram preparadas cavidades em classe V, e preenchidas com Herculite XR / Bondlite, P50 / Scotch Bond 2 ou Pertac Híbrido / Pertac Bond. Após a análise, percebeu-se, que Pertac Híbrido mostrou mais infiltração do que Herculite XR ou P50. A diferença, entre infiltração de técnicas de preenchimento único e incremental, só foi significativo para a P50.

Desde o surgimento das resinas compostas mudanças importantes têm sido desenvolvidas para melhorar a inserção na cavidade e o mecanismo de polimerização. Pesquisas estão sendo realizadas, para produzir materiais que são mais facilmente manipulados e demonstrar melhor desempenho clínico. Apesar disso,

alguns inconvenientes, como pouca resistência ao desgaste e fratura, são algumas das principais razões para a substituição destas restaurações (BRAGA et al., 2007).

Nos atuais compósitos restauradores dentários uma grande quantidade de grupos de metacrilato do polímero não ligados por não reagirem, o que pode levar à diminuição da suas propriedades físico-mecânica e química. Para resolver estes problemas e melhorar o desempenho desse tipo de material, pesquisas estão sendo realizadas com tópicos que incluem a composição de novos monômeros de alta resistência e de maior conversão, que podem levar à melhoria das propriedades mecânicas dos materiais restauradores. Também, incluem um novo sistema de monômeros com menor contração de polimerização, como nas resinas de incremento único, menor absorção e solubilidade em água, bem como a inclusão de monômeros com atividade anticariogênica e antimicrobiana (SOUZA et al., 2010; VASUDEVA, 2009).

Uma grande desvantagem das resinas é a contração de polimerização durante a conversão do monômero em polímero. A matriz da resina de todos os compósitos restauradores contrai aproximadamente 10 % em volume durante a polimerização. Em razão disso, a união entre o dente e o material restaurador muitas vezes fracassa, resultando na ocorrência de infiltração marginal (YAZICI, OZGUNALTAY, DAYANGAC, 2003).

Um dos métodos utilizados para diminuir a viscosidade do compósito é o desenvolvimento de resinas compostas fluidas. Sendo o material menos viscoso, sua molhabilidade é melhor e ele vai fluir para todas as superfícies, criando assim uma união íntima com os defeitos estruturais nas paredes de fundo. Além disso, ele age como uma camada intermediária e flexível que ajuda a aliviar tensões durante a contração de polimerização. No entanto, com a diminuição do teor de carga do material, várias propriedades da resina depois de polimerizada, são afetadas, tais como a resistência mecânica e o grau de polimerização. Buscando contornar tais efeitos, é importante investigar a forma de diminuir a viscosidade de uma resina composta, sem diminuir a sua carga e conteúdo. O método mais simples de diminuir a viscosidade de materiais compósitos é diminuir a viscosidade da própria mistura de monômeros, como nas resinas de incremento único (MIYASAKA e OKAMURA, 2005).

Funess et al. (2014) citam que as resinas de preenchimento único ou em massa, recentemente desenvolvidas, oferecem compósitos incluindo os de baixa viscosidade (escoável), de alta viscosidade (*sculptable*) e outros tipos de materiais como o SDR

(substituição inteligente de dentina). A resina Bulk Fill Flow Base Posterior é um componente único, contendo fluoreto e resina composta radiopaca fotopolimerizável. As resinas SDR tem um recurso de auto-nivelamento que permite íntima adaptação às paredes da cavidade preparada.

De acordo com a viscosidade da resina convencional e de incremento único, elas podem ser classificadas em dois tipos: de alta viscosidade e de baixa viscosidade. Os compósitos de alta viscosidade (também conhecidos como *sculptable*) são muito mais resistentes ao desgaste e contêm uma maior quantidade de agentes de carga inorgânicos. Os de baixa viscosidade (ou fluido), geralmente adaptam-se melhor na parede da cavidade, especialmente em superfícies irregulares, porém apresentam uma maior contração de polimerização e propriedades mecânicas inferiores, devido ao seu menor conteúdo de carga. Pelas propriedades mecânicas inferiores em compósitos de baixa viscosidade das resinas de incremento único, é necessário uma camada de nivelamento oclusal de 2 mm com uma resina de alta viscosidade durante a restauração de dentes posteriores e que estão sujeitos ao estresse oclusal (BUCUTA, ILIE, 2014; LEPRINCE et al., 2014).

O SDR foi o primeiro compósito lançado no mercado. Atualmente, são várias resinas de preenchimento em incremento único disponíveis. Para os fabricantes, estes materiais podem ser aplicados em volumes de 4 mm ou até 5 mm, sem que seja necessário um tempo de polimerização prolongado ou um fotopolimerizador com aumento da irradiação. As primeiras resinas de incremento único no mercado: SDR e Venus Bulk Fill são compósitos de baixa viscosidade. Também, resinas de alta viscosidade estão disponíveis (Tetric EvoCeram Bulk Fill, x-trafill, Sonic Fill). Além disso, uma resina de alta viscosidade (Sonic Fill) possui um mecanismo sonoro de ativação. Ela é aplicada como uma composição fluida, mas que pode ser esculpida e contornada. Ao contrário dos outros materiais de incremento único, não necessita de uma camada de nivelamento adicional com resina incremental e pode ser utilizada como um material de preenchimento de um só passo (BUCUTA e ILIE, 2014).

O sistema Sonic Fill da Kerr de incremento único possui um mecanismo em que uma ponta com dispositivo sônico compensa a força de contração. O material foi desenvolvido com a utilização de uma resina com baixa propriedade de contração e alto teor de carga com cerca de 84 %. Os outros componentes são vidro, óxido, produtos químicos (10-30%), 3-metacrilato trimetoxisililpropil (10-30%), dióxido de silício (5-10%), bisfenol A etoxilado, dimetacrilato de (1-5%), bisfenol A bis (2-hidroxi-



3-metacriloxipropil), éter (1- 5%) e trietileno glicol dimetacrilato (1-5%) (FUNESS et al., 2014).

Arslan et al. (2013) e Czasch e Ilie (2014) estudaram uma nova categoria de RBC fluida lançada no mercado. Em setembro de 2009, nos EUA, a Dentsply lançou um novo tipo de material composto fluido denominado SureFil SDR Flow. Na Europa, este produto foi introduzido somente em fevereiro de 2011, sob o nome de SDR (substituição inteligente de dentina). A particularidade deste novo material é porque pode ser colocado com 4 mm de espessura em incremento único, ao invés dos atuais pela técnica de inserção incremental. Além disso, o fabricante do referido produto informa que a contração de polimerização de SDR é menor, em comparação com os RBCs convencionais. Este material é indicado para utilizar como primeira camada de espessura em restauração de classe I e II. A possibilidade de uma rápida aplicação, de uma única camada com uma quantidade elevada de resina composta, mudou a forma como grandes cavidades são preenchidas. Na literatura, este método é descrito como técnica de incremento único.

O novo método baseia-se em sofisticados instrumentos que condensam o material pela vibração. Tais dispositivos foram criados por várias fabricantes e operam do mesmo modo. Pela vibração sônica, esta técnica pressupõe que a viscosidade diminui com a vibração da resina, permitindo que o material tenha fluidez e facilidade para chegar às paredes da cavidade sem bolhas. Assim, um material condensável com aumento da viscosidade pode ser utilizado de forma semelhante a uma resina composta fluida, sem a desvantagem da contração de polimerização e de propriedades mecânicas inferiores (IOVAN et al., 2011).

Para esses novos materiais, recomenda-se que algumas marcas de incremento único podem ser polimerizadas em incrementos de até 4 mm de espessura, quando fotopolimerizadas por 20 segundos usando uma luz de alta potência e de amplo espectro de polimerização (ILIE e FLEMING, 2015).

Este aumento da profundidade de polimerização é obtido através de moduladores de polimerização específicos, melhorando a translucidez ou utilizando sistemas mais potentes (BUCUTA, ILIE, 2014).

Por exemplo, as partículas de carga em Tetric EvoCeram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent) são menores em tamanho, o que pode aumentar a translucidez dessa RBC e permitir uma melhor polimerização em maiores profundidades. Além disso, a Tetric EvoCeram Bulk Fill usa um sistema iniciador com base de germânio Tipo I, que tem

uma atividade mais elevada do que a fotopolimerização por iniciadores tradicionais. Ela sofre uma reação uni-molecular após irradiação e, conseqüentemente é mais reativa à luz comparada com a canforoquinona, o que exige uma menor exposição radiante para fotopolimerizar adequadamente a RBC (LEPRINCE et al., 2011; RANDOLPH et al., 2014).

A Tetric EvoCeram Fill massa (Ivoclar Vivadent) é um composto nanohíbrido com uma matriz de monômeros contendo dimetacrilatos com 20-21% em peso. Os materiais de carga são o vidro de bário, itérbio trifluoreto de óxido misto e pré-polímero (78% a 81% por peso). Conteúdos adicionais são aditivos, catalisadores, estabilizadores e pigmentos (menos de 1,0% de peso). O teor total inorgânico é de 76-77% em peso ou 53-54% em volume. O tamanho das cargas inorgânicas varia entre 40 µm e 3000 µm com um tamanho médio de partícula de 550 µm. A Tetric EvoCeram Bulk Fill contém na sua composição um inibidor de sensibilidade à luz que fornece um tempo prolongado de trabalho, um inibidor da tensão de contração, a fim de atingir um ótimo vedamento marginal, e Ivocerin, fotoiniciador de polimerização em camadas de 4 mm de material (FUNESS et al., 2014).

De acordo com o manual de instruções da 3M ESPE Dental Products (2015), a resina Filtek Bulk Fill de incremento único é uma combinação de sílica (20 µm) não-aglomerada/não-agregada, de zircônia (4-11 µm) não-aglomerada/não-agregada, aglomerados de zircônia e sílica (composto por partículas de sílica com 20 µm e de zircônia com 4-11 µm) e aglomerados de partículas de trifluoreto de itérbio (100 µm). A carga inorgânica constitui-se com cerca de 76,5% em peso e 58,4% em volume. A matriz possui diuretanodimetacrilato (UDMA), uretano dimetacrilato aromático, fluoreto de itérbio, 1,12 dodecanodimetacrilato (DDDMA), água, monômero AFM-1, Etil 4-dimetilaminobenzoato (EDMAB) e benzotriazol. O fabricante informa ainda, que um dos principais objetivos dessa resina é aliviar a quantidade da tensão de contração após a fotoativação. Além disso, sendo maior o preenchimento de material, a profundidade de polimerização foi considerada uma propriedade chave durante o seu desenvolvimento. Ao contrário de outros compostos escoáveis no mercado, esse material foi criado para ser preenchido até à superfície oclusal, visando assim, atingir uma elevada resistência ao desgaste. Os compósitos de metacrilato têm uma tendência de contrair durante a polimerização e podem atingir graus variados, dependendo dos monômeros a serem utilizados. No entanto, a resina Filtek™ Bulk Fill contém dois novos monômeros de metacrilato que combinados atuam para

diminuir a tensão de polimerização. Um monômero com elevado peso molecular dimetacrilato aromático (AUDMA) ajuda a diminuir a contração volumétrica, bem como a rigidez da matriz de polímero. O segundo monômero é de adição de fragmentação (AFM) que, durante a polimerização, reage com o polímero em desenvolvimento como com qualquer metacrilato, incluindo a formação de ligações cruzadas entre cadeias de polímeros adjacentes. Desta forma, o alívio do estresse da polimerização é possível, mantendo as propriedades físicas do polímero. O AUDMA oferece uma resina de baixa viscosidade que é utilizado em biomateriais e aplicações dentárias, devido a sua rápida polimerização com baixa liberação de calor e baixa contração. É obtida assim uma resina de elevado módulo de elasticidade com boa flexibilidade e resistência ao impacto. O monômero UDMA (dimetacrilato de uretano) é relativamente de baixa viscosidade e de alto peso molecular. Este monômero foi incluído no sistema de resina para reduzir a viscosidade da resina. Além disso, o peso molecular mais elevado reduz efetivamente a contração com a criação de uma resistente rede reticulada.

Funess et al. (2014) relatam que a composição da resina Filtek Bulk Fill (3M ESPE) é de baixa viscosidade, é um material de incremento único, ou seja, preenchimento em incremento único. É fabricado em quatro cores (cada um dos incrementos pode ser polimerizado em quatro milímetros de acordo com as normas internacionais ISO) e pode ser encontrada em dois tipos de embalagens, cápsulas e seringas. Contém na sua composição Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA e Procrilat resina. Segundo os autores, a carga é uma combinação de dióxido de zircônio e de sílica, tendo um tamanho de partícula de 0.01-4.5  $\mu\text{m}$  e trifluoreto de itérbio, com um tamanho de partícula de carga de 0.1 e 5.0  $\mu\text{m}$ . O conteúdo inorgânico é de cerca de 64,5% em peso e 42,5% em volume.

De acordo com a empresa Heraeus Kulzer (2014), a resina Charisma® é baseada em uma matriz de Bis-GMA contendo aproximadamente 58% por volume e 60% em peso de carga inorgânica que é constituída de vidro de bário alumínio fluoretado (0,02-2  $\mu\text{m}$ ) e dióxido de silício altamente disperso (0,02-0,07  $\mu\text{m}$ ). O iniciador da Charisma é a canforoquinona. Sob o efeito da luz fotopolimerizadora, a canforoquinona é ativada para "atacar" as ligações duplas dos grupos de metacrilato, iniciando assim a polimerização. A absorção máxima da canforoquinona é dentro da gama de comprimento de onda visível, isto é, 468 nm. A proporção de iniciadores e co-iniciadores na resina Charisma foi selecionada para assegurar que, por um lado, o

material é submetido à uma polimerização de alta qualidade e, por outro lado, o operador tem tempo de trabalho adequado. Os tempos de polimerização são 20 segundos para tons mais claros e 40 segundos em camada de 2 mm para tons mais escuros/opacos. Estes tempos são para fotopolimerizadores de luz halógena suficientemente potentes ou para uma lâmpada LED, tal como a potência do aparelho Translux® Blue®. A intensidade de luz não deve ser inferior a 400-500 mW/cm<sup>2</sup>. Quando se utiliza uma unidade de fotopolimerização com uma potência maior que 1.200 mW/cm<sup>2</sup>, o tempo de polimerização pode ser reduzido em 25%.

### 2.3 Estudos realizados sobre a microdureza e dureza das resinas.

O estudo realizado por Nagi, Moharaml e Zaazou (2015) avaliou o efeito da espessura da resina, tempo de polimerização e micro-dureza de duas resinas com preenchimento em incremento único representadas pela Tetric Evo Ceram-(TE) e pela X-trafil (XF). Com estas resinas foram realizadas 120 amostras cilíndricas, divididas em 24 grupos ( $n = 5/\text{grupo}$ ). em três espessuras diferentes (2, 3 e 4 mm) e fotopolimerizadas em 10, 20, 40, e 60 segundos. As espécimes foram fotopolimerizadas apenas na superfície superior. Após, as amostras foram colocadas em um recipiente totalmente escuro a 37 °C durante 24 horas, o teste de microdureza foi realizado em ambas as superfícies superior e inferior com o teste superficial de microdureza Vickers com 500 g de carga e um tempo de 15 segundos. Os dados foram analisados estatisticamente pelo teste Four-way ANOVA. Os resultados revelaram que não houve nenhum efeito estatisticamente significativo em relação às diferentes espessuras (2, 3, 4 mm) na média de micro-dureza de ambas as superfícies, superior e inferior das duas resinas analisadas.

Silveira et al(2012) tiveram com o objetivo comparar, in vitro, a microdureza Vickers superficial e profunda entre uma resina composta microhíbrida e uma resina composta de nanopartículas. Foram confeccionados 40 corpos-de-prova, distribuídos em 4 grupos ( $n=10/\text{grupo}$ ) de acordo com o tipo e a superfície da resina avaliada: Z100™ (topo e base) com partículas microhíbridas; Filtek™ Z350 XT (topo e base) o compósito resinoso de nanopartículas, ambas na cor A2. A fotoativação dos espécimes foi realizada pelo tempo de 40 segundos utilizando o aparelho Ultraled® (Dabi Atlante – Brasil) com comprimento de onda de 450 a 490nm. As amostras foram armazenadas num recipiente fechado e escuro, em ambiente seco, a uma temperatura de 37°C por 24 horas. Cada superfície testada (topo ou base) foi delimitada em quadrantes, realizando, em cada um, três aferições de microdureza Vickers e aplicando uma carga de 50gf, por 45s com o emprego do aparelho Shimadzu HMV-2T. O cálculo de microdureza de cada espécime foi obtido considerando-se a média das 12 endentações realizadas. Os dados obtidos em MPa foram submetidos aos testes estatísticos ANOVA e Tukey (significância de 5%). Como resultados obtiverem, que os valores estatisticamente significantes foram obtidos no topo em relação à base da resina composta Z100™ e também no topo em relação à base do compósito resinoso Filtek™ Z350 XT. A resina composta Z100™ apresentou

estatisticamente os maiores valores de microdureza Vickers tanto no topo quanto na base, quando comparada à resina composta Filtek™ Z350 XT.

Poskus, Placido e Cardoso (2004) analisaram a influência de duas técnicas para medir a dureza Knoop e Vickers, em cavidades de classe II restauradas com resinas condensáveis (ALERT, Solitaire 2, SureFil), microparticulada convencional e híbrida (Filtek A110 e Z250). Foram confeccionadas em dentes pré-molares humanos 50 cavidades de Classe II padronizadas com 5 mm em comprimento, 1,2 mm de profundidade e 3,0 mm de largura. Elas foram divididas em dez grupos e restauradas de acordo com cada material pela técnica incremental ou incremento único, sendo polimerizadas por 40 s usando uma unidade Optilux. Após armazenagem em água destilada a 37,8 °C durante 24 horas, as restaurações foram termocicladas. Uma seção longitudinal de cada espécime foi preparada para medição de dureza Knoop e Vickers. Dezesesseis penetrações foram realizadas para cada restauração, oito no topo e as outras oito na cervical. Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey (5%), tendo demonstrado que quando a técnica de colocação incremental, para Knoop e Vickers os números de dureza foram estatisticamente semelhantes para ambas as superfícies, cervical e oclusal. Quando a resina foi inserida utilizando a técnica de colocação em incremento único, os valores de dureza foram menores para a cervical, quando comparado com a superfície oclusal, especialmente para as resinas compostas Solitaire 2 e Filtek110. As medições de dureza Knoop e Vickers mostraram-se estatisticamente semelhantes, embora os valores da dureza Vickers tenham sido maiores.

O trabalho de Yssa et al. (2016) teve o objetivo de determinar a nanodureza e o módulo de elasticidade de duas resinas de incremento único (RBCs), aumentando a profundidade pela superfície e a distância lateralmente, após a fotopolimerização com Tetric EvoCeram Bulk Fill (TECBF, Ivoclar Vivadent) e Filtek Bulk FillFlow (FBFF, 3M ESPE) inseridas e fotopolimerizadas em um molde de metal com 6 mm de diâmetro e de 10 mm de comprimento de um entalhe semi - circular. As medições foram feitas, usando: (i) a luz de uma cor violeta e um diodo emissor de luz azul e (ii) a luz proveniente dos LED *two blue*. Cinco espécimes de cada RBCs foram confeccionados, para cada orientação LED. No total, 20 corpos de prova foram armazenados no escuro, em temperatura de 37° por 24 horas e então avaliados. Os dados foram analisados utilizando vários programas estatísticos. Os resultados mostraram que em TECBF não houve diferença significativa, entre os valores do

módulo de elasticidade e nanodureza usando a luz azul-violeta ou LEDs azuis. Para FBFF o módulo de elasticidade e a nanodureza no lado exposto ao emissor violeta foi significativamente menor do que o lado exposto ao emissor de luz azul. Uma forte correlação entre nanodureza e módulo de elasticidade foi encontrada em todos os grupos.

Ilie e Stark (2015) pesquisaram alguns materiais de incremento único, representados pelas resinas Venus® Bulk Fill Nano-hybrid RBC, SureFil® SDR™ flow, Flowable base RBC, X-tra base Hybrid RBC e Filtek™ Bulk Fill Nano RBC, tendo sido avaliada a dureza Vickers (HV) e o módulo de elasticidade (E), com base na profundidade de polimerização, modo de irradiação e distância de exposição (0 e 7 mm). Foram fotopolimerizadas com LED azul-violeta (VALO). A variação nas propriedades micro-mecânicas (HV, E) foi avaliada nos corpos de prova de 6 mm, preenchidos em incremento único (n = 5). Para simular condições clínicas, o molde usado para preparar as amostras foi confeccionado com uma cavidade cilíndrica interna (altura de 6 mm e diâmetro de 5 mm). As amostras foram armazenadas em água destilada após a polimerização durante 24 h a 37 °C. Depois de polidas sob refrigeração em água com lixas abrasivas, as medições foram efetuadas em uma máquina automática com penetrador de micro-dureza a partir de 0,2 mm sob a superfície. A dureza máxima foi alcançada nas camadas mais profundas em tempos de exposição mais longos, enquanto esta profundidade foi significativamente maior para SDR comparada com resina Filtek e estatisticamente igual para os outros materiais analisados.

Kim et al. (2015) avaliaram quatro resinas de incremento único (Vênus Bulk Fill, Heraeus Kulzer; SDR, Dentsply Caulk; Tetric N-Ceram Bulk Fill, Ivoclar Vivadent; SonicFill, Kerr) e duas resinas compostas incrementais (Fluxo Charisma, Heraeus Kulzer; Tetric N-Ceram, Ivoclar Vivadent). Sessenta moldes cilíndricos de acrílico foram preparados para cada espessura de 2, 3 e 4 mm. O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos da espessura da resina na dureza e propriedades ópticas de resinas compostas em incremento único. A polimerização foi realizada com fotopolimerizador de LED durante 20 segundos em contato com a superfície superior do molde. Após, foram armazenados em água durante 24 horas a 37 °C em câmara escura. Os moldes foram divididos em seis grupos de resinas compostas. A microdureza foi medida sobre as superfícies de topo e de fundo. A análise estatística dos dados demonstrou que a microdureza diminuiu com o aumento da espessura da resina e para espécimes

realizadas com as resinas VB, SR, CF, TB, SO e TN foi de 94,2%, 87,3%, 60,4%, 78,7%, 84,8% e 52,4%, respectivamente. As resinas compostas em incremento único, tais como VB, SR, TB e SO mostraram alterações menores em dureza, de acordo com a espessura, ao contrário das resinas compostas pela técnica incremental, tais como CF e TN que apresentaram uma drástica diminuição nos espécimes de 4 mm. Os grupos de resina composta de incremento único, incluindo VB, SR, SO e TB, mostraram que a diferença na dureza da parte inferior para a superior é cerca de 80% ou mais nos espécimes de 4 mm.

Na pesquisa de Tarle et al. (2015) foram utilizados quatro materiais de incremento único (Tetric EvoCeram Bulk Fill - TECBF; x-trafil-XF; QuixFil-QF; SonicFill-SF) e uma resina composta convencional nano-híbrido (Tetric EvoCeram-TEC). O objetivo foi avaliar a influência do tempo de irradiação no grau de conversão (GC) e na microdureza Knoop (KHN) em resinas de alta viscosidade de incremento único e resinas compostas da técnica incremental em profundidades de até 6 mm. As resinas foram inseridas em um molde de aço inoxidável com um entalhe semicircular (com diâmetro de 4 mm e 8 mm de comprimento), tendo sido fotopolimerizadas durante 10, 20 ou 30 segundos com intensidade de 1170 mW/cm<sup>2</sup>. Após 24 horas de armazenamento em ambiente escuro, o grau de conversão (GC) e a microdureza Knoop (KHN) foram registrados em cinco profundidades: 1, 2, 4, 5 e 6 mm. Os dados foram analisados estatisticamente por análise de variância e teste post-hoc de Bonferroni ( $\alpha = 0,05$ ). Percebeu-se que, com o aumento da espessura do incremento único, o grau de conversão (DC) e a microdureza Knoop (KHN) diminuíram significativamente para TEC. Já TECBF e SF diminuíram em GC e KHN em profundidade de 4 mm após 10 segundos de irradiação, mas nenhuma diminuição no GC após 30 segundos de irradiação. XF e QF não demonstraram diminuição significativa do GC em profundidade de até 6 mm após a irradiação de pelo menos 20 segundos em 4 mm de profundidade. Nos materiais testados foi observado pelo menos, 80% do valor máximo de GC, independentemente do tempo de irradiação. Contudo, com a mesma profundidade (4 mm), somente XF e QF irradiadas durante 30 segundos atingiram pelo menos 80% do seu valor máximo para KHN.

Czasch e Ilie (2013) efetuaram um trabalho com o objetivo de medir e comparar o grau de conversão (GC), propriedades micromecânicas, módulo de elasticidade (E), dureza Vickers (HV) e propriedades macromecânicas (resistência à flexão,  $\sigma$ ; módulo de flexão, Eflexural) de dois compósitos à base de resina de preenchimento único



recentemente lançados: Surefil® SDR *flow*<sup>TM</sup> (SF) e Bulk Fill Venus® (VB). A investigação compreendeu a eletroscopia no infravermelho (FTIR) em profundidade correspondente aos incrementos de 0, 1, 2, 4, 6 mm e fotopolimerização em 10, 20 e 40 segundos. As amostras foram medidas por um penetrador de microdureza automático em três pontos, após mantidas em água destilada por 24 horas a 37 ° C. A análise de variância (ANOVA) mostrou que, em relação à variação de E, os materiais apresentaram menores valores de 0,1 mm quando em comparação com 2 mm de profundidade, bem como estatisticamente iguais valores de profundidade de 2 e 4 mm em todos os tempos de polimerização tendência semelhante também para HV. Para a espessura incremental, o HV-80% não foi alcançado nas amostras de 6 mm em nenhum tempo de polimerização, em ambas as resinas medidas. Comparativamente Surefil® SDR <sup>TM</sup> mostrou valores superiores estatisticamente significantes para E (cerca de 3 GPa) e HV (cerca de 15 N / mm<sup>2</sup>) em todos os tempos de irradiação e profundidades medidas.

Ilie e Fleming (2015) avaliaram uma resina de preenchimento fluido RBC (SDR – Dentsply Caulk), uma resina em alta viscosidade de incremento único de RBC (Tetric EvoCeram Bulk Fill – Ivoclar Vivadent), uma resina fluida de incremento único (Bulk Beautifil Fluida – Shofu Dental Corporation) e uma resina de alta viscosidade de incremento único (Beautifil massa restauradora, Shofu Dental Corporation). O objetivo foi avaliar o GC e as propriedades micro-mecânicas de HV, DOC e E. A irradiação de um fotopolimerizador (bluephase 20i) foi medida com um espectrômetro em distâncias de até 10 mm, a partir da ponta de luz (em incrementos de 1 mm). Com cinética de polimerização (diminuir em tempo real da ligação dupla CC e grau de conversão, GC) e propriedades micromecânicas (dureza Vickers/HV; profundidade de polimerização/DOC; módulo de elasticidade/E), foram avaliados em amostras com variáveis na profundidade (0,1-6 mm em 100 mm para E, DOC e HV em 0,1, 2, 4 e 6 mm para GC). O tempo de polimerização foi de 20 segundos. As resinas de baixa e alta viscosidade de incremento único cumpriram os requisitos da colocação em um único incremento e, analisadas as condições de irradiação, a profundidade adequada de polimerização identificada foi menor que 4 mm. A variação de GC em relação à profundidade da amostra foi baixa, com pouca variação em profundidades de amostras maiores que 4 mm. Os autores concluíram que as propriedades micromecânicas dos materiais em incremento único foram maiores em comparação com os materiais RBC convencionais.

Flury, Peutzfeldt e Lussi (2014) pesquisaram a influência da espessura de incremento em microdureza Vickers (HV) e cisalhamento (SBS) de espécimes confeccionados com resinas convencionais Filtek Supreme XTE (XTE) e resinas compostas em incremento único (SDR), Filtek Bulk Fill (FBF), x-trafill (XFIL) e Tetric EvoCeram Bulk Fill (TEBF). Para avaliar HV, amostras foram preparadas e armazenadas por 24 horas e medida como perfis em profundidades de até 6 mm na parte inferior de 2, 4 e 6 mm. Para SBS, incrementos de resina composta com espessura 2, 4 e 6 mm foram medidos a partir da colocação em superfícies da dentina de molares humanos extraídos, tratadas com o sistema adesivo Opti Bond-DFL. Analisados estatisticamente com ANOVA não paramétrica seguida por testes de Wilcoxon, os autores observaram que o modo de falha predominante foi SBS coesiva em dentina. Com o aumento da espessura do incremento, HV e SBS diminuíram para a resina composta convencional, mas em geral, se mantiveram constante para as resinas compostas de incremento único.

O estudo de Abouelleil et. al., 2015 utilizou uma resina composta de incremento único reforçada com fibra composta EverX Posterior (EXP, GC EUROPE) e outros compósitos de incremento único disponíveis comercialmente, como a Filtek Bulk Fill (FB, 3M ESPE), SonicFill (SF, KerrCorp.), SureFil (SDR, Dentsply), Venus Bulk Fill (VB, HeraeusKulzer), Tetric EvoCeram Bulk Fill (TECH, IvoclarVivadent) e Xtra Base (XB, Votso). Foram avaliados, em termos de resistência à flexão, módulo de flexão (ISO 4049, n = 6), resistência à fratura (n = 6), e dureza Vickers, tendo sido confeccionadas dez amostras de cada material, utilizando um molde de Teflon com 5 mm de diâmetro, 2 ou 4 mm de espessura, colocado entre 2 placas de vidro. Os materiais eram fotopolimerizados apenas de um lado por 40 segundos. Após foram polidos com discos abrasivos de 2400 a 4000 (diminuindo a granulação). A superfície de topo (polimerizada) e a superfície do fundo (não-polimerizada) foram identificadas. Cada amostra foi testada 5 vezes em cada lado 24 horas após a imersão em água destilada em 37 °C. Utilizando a análise estatística ANOVA, os valores de dureza Vickers revelaram que SF teve o valor mais alto seguido de EXP. A diminuição na dureza entre a superfície de 2 mm e 4 mm de profundidade foi significativo para EXP, TECB e VB, enquanto que as outras resinas de incremento único revelaram uma diferença significativa com relação à profundidade de polimerização.

Fronza et al. (2015) usaram em sua pesquisa quatro resinas de incremento único e uma resina convencional. Os compósitos testados foram Surefil SDR (SDR), Filtek

Bulk-Fill (FBF), Tetric EvoCeram-Bulk-Fill (TEC) e Ever X Posterior (EXP). Foi utilizada a resina convencional Herculite Classic (KERR) para avaliar o grau de conversão (GC), a microdureza Knoop (KHN), adaptação intermarginal (IA) e tensão de contração de polimerização (PS). As resinas foram testadas usando as técnicas de inserção incremental e de incremento único. Em molares extraídos foram preparadas cavidades de Classe I padronizadas (com 4 mm de profundidade) e restauradas com cada resina já citada (N = 5). Após uma semana de armazenamento úmido, as restaurações foram cortadas transversalmente e GC e KHN foram avaliados em quatro níveis de profundidade (1, 2, 3, e 4 mm), utilizando espectroscopia Raman e técnicas KHN, respectivamente. Os resultados mostraram que GC não foi uniforme até a profundidade de 4 mm para todos os compósitos de incremento único. Somente para SDR e FBF houve polimerização uniforme em toda a restauração. Nas resinas pela técnica incremental, o GC aumentou em camadas mais profundas. Nenhum método de colocação e nem a profundidade afetaram os resultados de KHN, com exceção de TEC que demonstrou valores inferiores com maior profundidade. Entretanto, nenhuma correlação significativa entre GC e KHN foi encontrada.

Alrahlah, Silikasa e Watts (2014) realizaram uma pesquisa com o objetivo de analisar a dureza Vickers (VHN) de cinco resinas de incremento: Tetric EvoCeram® Bulk Fill, base X-tra, Venus®BulkFill, Filtek™BulkFill, SonicFill™. Três espécimes de cada tipo de material foram preparadas em moldes de aço inoxidável, contendo uma cavidade circular com dimensões de 15 mm x 4 mm x 2 mm. Os moldes foram irradiados na extremidade superior. Todos os moldes foram armazenados a 37 °C durante 24 horas antes da medição. A dureza Vickers foi mensurada em profundidade do material a intervalos de 0,3 mm. Os dados foram analisados pelo teste estatístico *way* ANOVA e Tukey post hoc. As resinas compostas de incremento único podem ser polimerizadas a uma profundidade aceitável conforme as orientações dos fabricantes, sendo que as resinas SonicFill e Tetric EvoCeram Bulk Fill apresentaram a maior profundidade de polimerização entre os compostos examinados.

Os testes de microdureza são usados na Odontologia como parâmetro para a constatação de um menor ou maior grau de conversão de monômeros em polímeros após a polimerização das resinas compostas. Subjetivamente, as restaurações confeccionadas com resinas compostas que contém menor microdureza são supostamente menos resistentes aos esforços mastigatórios e apresentam menor longevidade clínica (REIS et al., 2007; SILVEIRA et al., 2012)

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Tipo de pesquisa**

A pesquisa realizada é do tipo experimental *in vitro*.

#### **3.2 Seleção do material bibliográfico**

A busca do material bibliográfico foi pelas palavras chaves, Bulk Fill composite, hardness, hardness of Bulk Fill composite, Post-curing of resins Bulk Fill, evolution of single increment resin, Charisma composite. A busca foi realizada através de periódicos, na base de dados PubMed e Elsevier e estas acessadas pela base de dados Capes (portal de periódicos). Foram pesquisados artigos em inglês e português em função do tema proposto. São artigos publicados de 1992 a 2016.

#### **3.3 Amostra**

Foram confeccionados 20 corpos-de-prova com resina composta fotopolimerizável, Filtek™ Bulk Fill (3M ESPE) e Charisma® (Heraeus Kulzer), dividido em dois grupos de 10, conforme o método de polimerização da resina, em incremento único ou vários incrementos.

#### **3.4 Aspectos éticos**

Os dados foram coletados a partir de um estudo experimental *in vitro*, o qual realizou-se através da autorização da Coordenadora do curso de Odontologia (ANEXO A), também da autorização do Coordenador do curso de Engenharia da Produção da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC (ANEXO B), que disponibilizará o aparelho de dureza para as medições serem realizadas nos corpos de prova.

### 3.5 Projeto piloto

O projeto piloto foi realizado, com o objetivo de avaliar a exequibilidade da metodologia e estabelecer, o número de amostras necessário para a análise estatística. Um corpo de prova da resina Charisma foi testado nesse projeto.

### 3.6 Coleta de dados

Esta pesquisa foi realizada, comparando-se dois tipos de resina composta fotopolimerizável, sendo uma de inserção por incremento único – Filtek™ Bulk Fill (3M ESPE) e outra de inserção pela técnica incremental – Charisma® (Heraeus Kulzer) (Figura 1). Os dados, sobre composição e fabricante de cada material, podem ser vistos na Tabela 1.

A comparação dos materiais se realizou, a partir de um teste laboratorial que mediu a dureza Vickers, na superfície da base e do topo dos corpos de prova de cada material, sendo considerado topo, o local de incidência direta da fonte de luz fotopolimerizadora.

**Tabela 1 – Relação das resinas compostas utilizadas com suas respectivas composições e fabricantes.**

Resina	Composição	Fabricante
Filtek Bulk Fill Cor-A <sub>2</sub> Lote N693023	BIS-GMA, Bis-EMA, diuretanodimetacrilato (UDMA), Uretano dimetacrilato aromático, fluoreto de itérbio, 1,12 dodecanodimetacrilato (DDDMA), Água, Monômero AFM-1, Etil 4-dimetilaminobenzoato (EDMAB), Benzotriazol. Combinação de sílica (20nm) não-aglomerada/não-agregada, de zircônia 4-11nm, não-aglomerada/não-agregada, aglomerados de zircônia e sílica (20 nm de sílica e de 4-11nm de partículas de zircônia) e aglomerados de partículas de trifluoreto de itérbio(100nm), Dióxido de titânio. A carga é de cerca de 76,5% em peso e 58,4% em volume.	3M ESPE Dental Products St. Paul, MN 55144-1000 EUA
Charisma Cor -A <sub>2</sub> Lote 010626 <sup>a</sup>	Bis-GMA, TEGDMA Partículas de vidro de bário alumínio fluoretado (0,02-2 µm) e dióxido de silício (0,02-0,07µm). A carga constitui-se de 58% em volume.	HeraeusKulzer GmbH – GünerWeg 11 63450 Hanau – Germany

Fonte: tabela elaborada pelo autor com base nas instruções do fabricante das resinas.

**Figura 1 – Apresentação comercial das resinas selecionadas.**



Fonte: Acervo Unisc (2016)

Os dados de dureza foram obtidos, a partir da confecção de 20 corpos de prova, sendo 10 com a resina de polimerização por incremento único e 10 com a resina de polimerização pela técnica incremental.

Para a confecção de cada corpo de prova, foram utilizadas duas matrizes, constituídas de arruelas metálicas, adquiridas no comércio de ferragens, possuindo 2 mm de espessura cada uma e contendo uma cavidade circular no centro com 5 mm de diâmetro (Figura 2).

**Figura 2 - Matriz metálica utilizada na confecção dos corpos de prova**



Fonte: Acervo Unisc (2016)

Para a confecção dos corpos de prova com a resina Filtek Bulk Fill, inicialmente, as duas matrizes foram unidas com cola de cianoacrilato (Super Bonder), formando assim, uma matriz única com 4 mm de espessura. Com uma tira de poliéster interposta, o conjunto das duas matrizes foi posicionado sobre uma placa de vidro. Usando uma espátula de inserção do tipo Suprafill, a resina foi levada ao interior da cavidade num único incremento, preenchendo-a totalmente. Após, a colocação de uma tira de poliéster sobre a superfície superior da resina, foi feita pressão com outra placa de vidro, para a obtenção de uma superfície lisa e regular, a fim de facilitar o posterior teste de dureza. Uma vez removida esta placa de vidro, a resina foi polimerizada de acordo com as instruções do fabricante, durante 20 segundos, usando um fotopolimerizador Emitter G (Schuster Comércio de Equipamentos Odontológicos Ltda, Santa Maria, RS, Brasil) (Figura 3) com intensidade de luz variando de 1000 a 1100 mW/cm<sup>2</sup>, aferida com um potenciômetro do tipo Radiômetro RD-7 (Ecel®, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil). Durante a fotopolimerização, a ponteira do aparelho era totalmente apoiada sobre a tira de poliéster. Dessa forma, obtinha-se o corpo de prova com 4 mm de espessura para medição da dureza Vickers (Figura 4).

**Figura 3 – Polimerização da resina**



Fonte: Acervo Unisc (2016)

**Figura 4 - Corpo de prova para a realização do teste de dureza**



Fonte: Acervo Unisc (2016)

Para a obtenção dos corpos de prova pela técnica incremental, uma matriz metálica de 2 mm foi posicionada sobre uma placa de vidro, tendo uma matriz de poliéster interposta entre elas. Inicialmente, foi inserido um incremento da resina Charisma na cavidade circular dessa matriz, resultando, portanto, num incremento de 2 mm de espessura que foi imediatamente polimerizado durante 20 segundos, com o aparelho fotopolimerizador Emitter.G. A superfície de contato com a tira de poliéster foi denominada base do corpo de prova. A seguir, com cola de cianoacrilato, outra matriz metálica foi posicionada e unida à primeira. No interior da cavidade dessa segunda matriz, foi inserido um novo incremento da resina Charisma, em cuja superfície externa, denominada topo, foi posicionada uma matriz de poliéster. Uma placa de vidro foi pressionada, com o objetivo de obter uma superfície lisa e regular. Uma vez removida esta placa de vidro, foi realizada a polimerização deste segundo incremento de resina, resultando num corpo de prova com 4 mm de espessura, ou seja com a mesma dimensão do corpo de prova da resina de incremento único (Figura 4).

Na superfície da matriz, todos os corpos de prova foram identificados com caneta para retroprojeter, quanto ao tipo de resina, superfície a ser testada – topo ou base, e número do corpo de prova. Após concluir a confecção dos 10 corpos de prova de cada resina, os mesmos eram armazenados durante 24 horas, à temperatura ambiente,



num frasco hermeticamente fechado e de cor escura para evitar a interferência da luz solar ou artificial no processo de polimerização.

Após o período de armazenamento, usando o durômetro Fixo-Test (Atlasmaq, São Paulo – SP, Brasil) (Figura 5), foi realizado o teste de dureza superficial das duas resinas.

### Figura 5 - Durômetro utilizado para mensurar a dureza superficial das resinas



Fonte: Acervo laboratório de metalurgia física (2016)

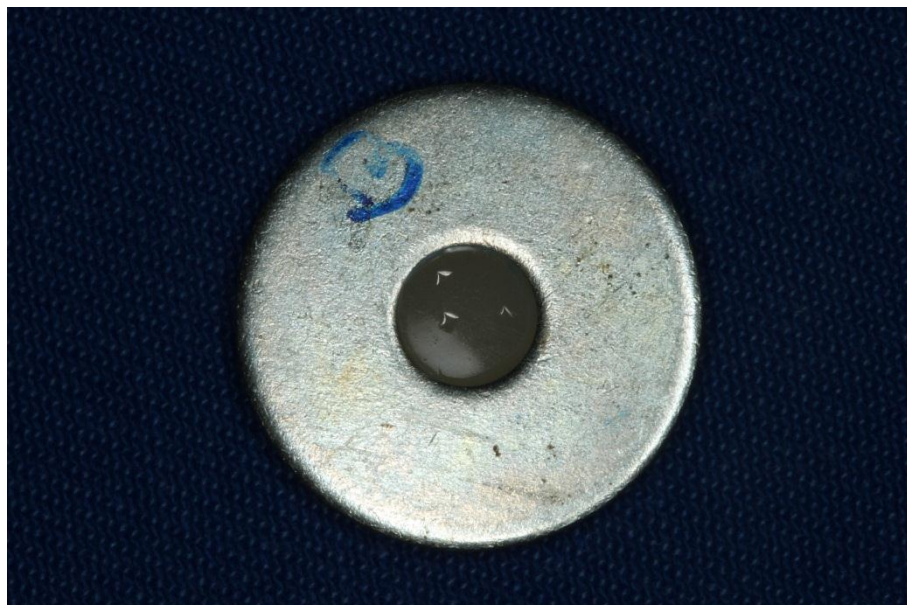
A medição da dureza Vickers foi efetuada com o penetrador de dureza, posicionado inicialmente, sobre o corpo de prova (Figura 6). Este penetrador possui uma ponta de diamante em forma de pirâmide, que atua com uma carga de 31,25 Kg durante 30 segundos, sobre a superfície da resina em três diferentes locais do topo e da base. As marcas resultantes de cada penetração (Figura 7), eram após analisadas num microscópio óptico (Mitutoyo, Tokyo, Japão) (Figura 8), registrando-se a média do diâmetro das diagonais. Esse valor foi submetido a uma fórmula matemática conhecida ( $f\text{ HV} = 1,8544 \times F/d^2$ ), cujo resultado corresponde ao valor da dureza Vickers da superfície testada (APÊNDICE A e B). O conjunto dos dados assim obtidos de ambas as resinas, foi submetido à análise estatística.

**Figura 6 - Corpo de prova posicionado sob o penetrador para realização das medições**



Fonte: Acervo laboratório de metalurgia física (2016)

**Figura 7 – Superfície da resina apresentando as três marcações resultantes do teste com o penetrador do aparelho de dureza**



Fonte: Acervo Unisc (2016)

**Figura 8 – Microscópio óptico.**



Fonte: Acervo laboratório de metalurgia física (2016)

### **3.7 Análise de dados**

Após a obtenção dos valores da dureza, estes serão tabulados e avaliados estatisticamente, com o emprego do teste estatístico, Teste t de Student para amostras pareadas.

### **3.8 Apresentação dos dados**

Os resultados serão expostos em forma de artigo científico, no final do ano letivo de 2016, após a defesa do trabalho de conclusão de curso.

### **3.9 Armazenamento de dados**

Os dados coletados serão armazenados durante 5 anos, após este período, serão deletados.

## 4 RESULTADOS

As tabelas e gráficos representam os valores das médias da dureza Vickers em função da base e do topo, da resina de incremento único comparando com a resina de vários incrementos.

Através do teste de comparações de médias t-student, considera-se um nível de significância de 5%, não há diferença entre a dureza média na base e no topo, para a Resina Charisma ( $p = 0,061$ ).

Para a Resina Filtek Bulk Fill de incremento único ( $p = 0,038$ ), há diferença entre a dureza média na base e no topo.

Verifica-se que não há diferença entre as resinas Charisma e Filtek Bulk Fill, com relação à dureza Vickers, na Base do corpo de prova ( $p = 0,171$ ).

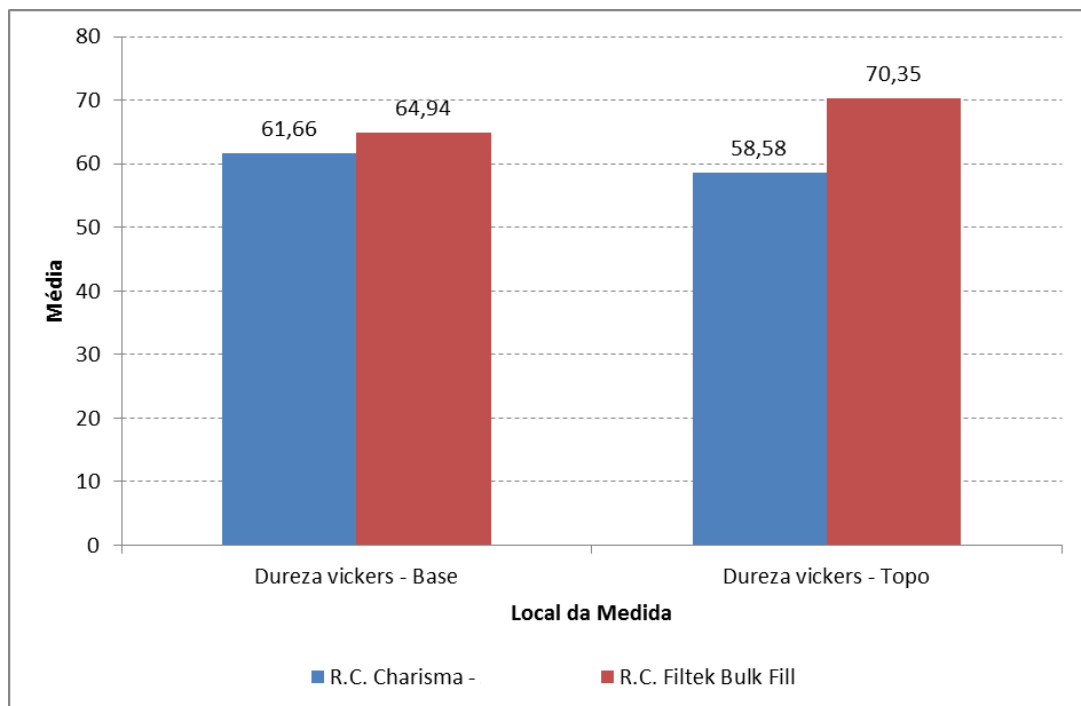
Há diferença entre as resinas Charisma e Filtek Bulk Fill, com relação à dureza Vickers, no topo do corpo de prova ( $p = 0,003$ ).

Há diferença estatisticamente significativa entre as resinas Charisma e Filtek Bulk Fill, com relação à dureza Vickers total. ( $p = 0,005$ ).

**Tabela 2 -Valores das médias de dureza Vickers obtidos nas duas superfícies dos corpos de prova dos grupos testados.**

Resina	Dureza vickers – Base				Dureza vickers – Topo			
	N	Média	Mediana	Desvio padrão	n	Média	Mediana	Desvio padrão
R.C. Charisma	10	61,66	59,78	5,299	10	58,58	58,57	2,943
R.C. Filtek Bulk Fill	10	64,94	66,13	4,954	10	70,35	70,48	9,150
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>71,15</b>	<b>66,57</b>	<b>13,176</b>	<b>30</b>	<b>71,16</b>	<b>70,48</b>	<b>12,957</b>

**Gráfico 1- Comparativo entre as médias da base e do topo da dureza Vickers da resina Charisma e Filtek Bulk Fill.**



**Tabela 3 - Comparação entre as médias Base x Topo, para a Resina Filtek Bulk Fill**

<b>Estatísticas de amostras emparelhadas</b>					
		Média	N	Desvio Padrão	Erro Padrão da Média
Par 1	Dureza vickers – Base	64,9398	10	4,95427	1,56668
	Dureza vickers – Topo	70,3535	10	9,15031	2,89358

<b>Correlações de amostras emparelhadas</b>				
		N	Correlação	Sig.
Par 1	Dureza vickers - Base & Dureza vickers – Topo	10	,647	,043

<b>Teste de amostras emparelhadas</b>									
Diferenças emparelhadas									
			Erro	95% Intervalo de Confiança da Diferença		T	gl	Sig. (bilateral)	
	Média	Desvio Padrão	Padrão da Média	Inferior	Superior				
Par 1	Dureza vickers - Base - Dureza vickers - Topo	-5,41373	7,04363	2,22739	-10,45244	-,37502	-2,431	9	,038

**Conclusão:** Há diferença estatisticamente significativa entre a dureza média na base e no topo para a Resina Filtek Bulk Fill ( $p = 0,038$ ).

**Tabela 4 Comparação entre as médias Base x Topo, para a Resina Charisma**

<b>Estatísticas de amostras emparelhadas</b>					
		Média	N	Desvio Padrão	Erro Padrão da Média
Par 1	Dureza vickers – Base	61,6649	10	5,29919	1,67575
	Dureza vickers – Topo	58,5816	10	2,94266	,93055

<b>Correlações de amostras emparelhadas</b>				
		N	Correlação	Sig.
Par 1	Dureza vickers - Base & Dureza vickers – Topo	10	,513	,130

<b>Teste de amostras emparelhadas</b>									
Diferenças emparelhadas									
	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão da Média	95% Intervalo de Confiança da Diferença		t	gl	Sig. (bilateral)	
				Inferior	Superior				
Par 1									
Dureza vickers - Base - Dureza vickers - Topo	3,08329	4,55478	1,44035	-,17500	6,34158	2,141	9	,061	

**Conclusão:** Considerando um nível de significância de 5%, não há diferença estatisticamente significativa entre a dureza média na base e no topo, para a Resina Charisma ( $p = 0,061$ ).

**Tabela 5 - Comparação entre as médias das resinas Charisma x Filtek Bulk Fill, na Base dos corpos de prova.**

Estatísticas de grupo									
	Resina	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão da Média				
Dureza vickers - Base	R.C. Charisma	10	61,6649	5,29919	1,67575				
	R.C. Filtek Bulk Fill	10	64,9398	4,95427	1,56668				

Teste de amostras independentes										
Dureza vickers - Base	Teste de Levene para igualdade de variâncias				teste-t para Igualdade de Médias				95% Intervalo de Confiança da Diferença	
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	Erro padrão da diferença	Inferior	Superior	
Variâncias iguais assumidas	,035	,854	-1,428	18	,171	-3,27490	2,29404	-8,09450	1,54470	
Variâncias iguais não assumidas			-1,428	17,919	,171	-3,27490	2,29404	-8,09606	1,54626	

**Conclusão:** Não há diferença estatisticamente significante entre as resinas Charisma e Filtek Bulk Fill, com relação à dureza Vickers, na base do corpo de prova ( $p = 0,171$ ).



**Tabela 6 - Comparação entre as médias das resinas Charisma x Filtek Bulk Fill, no Topo dos corpos de prova.**

Estatísticas de grupo					
	Resina	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão da Média
Dureza vickers - Topo	R.C. Charisma - Análise I	10	58,5816	2,94266	,93055
	R.C. Filtek Bulk Fill	10	70,3535	9,15031	2,89358

Teste de amostras independentes									
	Teste de Levene para igualdade de variâncias		teste-t para Igualdade de Médias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	Erro padrão da diferença	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
								Inferior	Superior
Dureza vickers - Topo									
Variâncias iguais assumidas	5,145	,036	-3,873	18	,001	-11,77192	3,03953	-18,15774	-5,38611
Variâncias iguais não assumidas			-3,873	10,842	,003	-11,77192	3,03953	-18,47380	-5,07004

**Conclusão:** Há diferença estatisticamente significativa entre as resinas Charisma e Filtek Bulk Fill, com relação à dureza Vickers, no topo do corpo de prova ( $p = 0,003$ ).

**Tabela 7 - Comparação entre as médias das resinas Charisma x Filtek Bulk Fill, Dureza Total (soma dos valores da base e topo).**

Estatísticas de grupo					
	Resina	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão da Média
Dureza vickers - Total (soma base+topo)	R.C. Charisma	10	120,2465	7,26191	2,29642
	R.C. Filtek Bulk Fill	10	135,2933	12,92026	4,08574

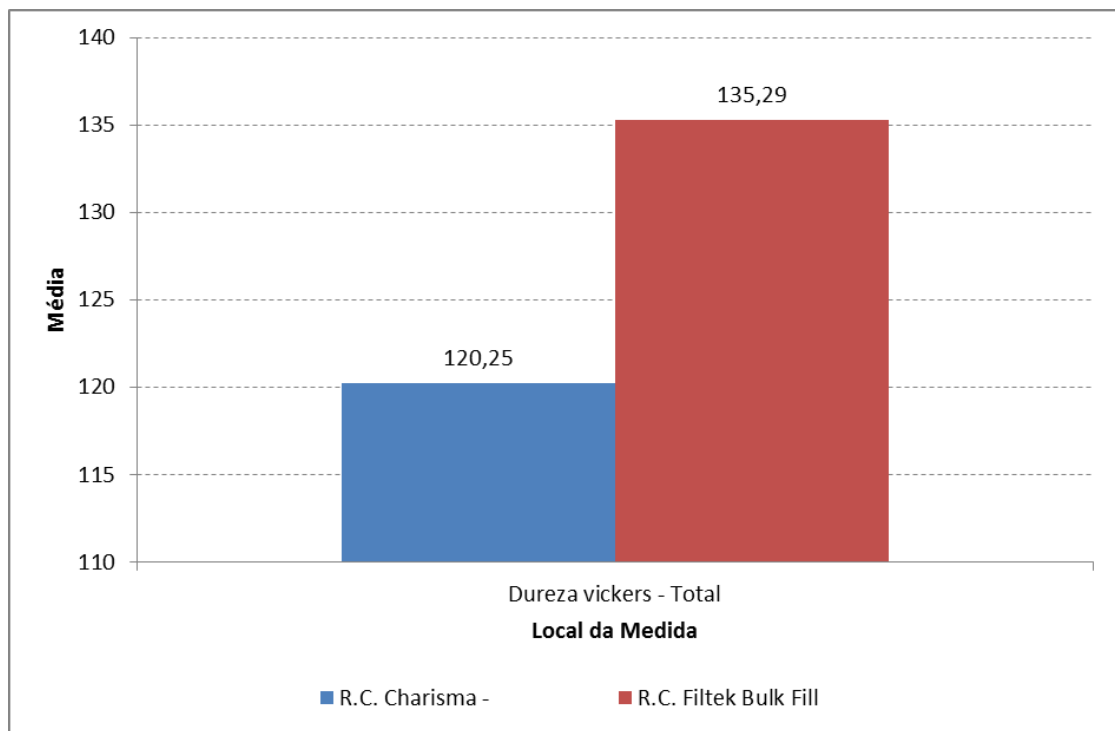
Teste de amostras independentes										
	Teste de Levene para igualdade de variâncias				teste-t para Igualdade de Médias					
	F	Sig.	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	Erro padrão da diferença	95% Intervalo de Confiança da Diferença		
Dureza vickers - Total (soma base+topo)								Inferior	Superior	
Variâncias iguais assumidas	2,550	,128	-3,210	18	,005	-15,04682	4,68688	-24,89359	-5,20005	
Variâncias iguais não assumidas			-3,210	14,170	,006	-15,04682	4,68688	-25,08785	-5,00579	

**Conclusão do Teste t:** Há diferença estatisticamente significativa entre as resinas Charisma e Filtek Bulk Fill, com relação à dureza Vickers total, soma da Base com o Topo ( $p = 0,005$ ).

**Tabela 8 – Resultados da dureza total (base + topo dos corpos de prova)**

Resina	Dureza Vickers – Total			
	n	Média	Mediana	Desvio padrão
R.C. Charisma	10	120,25	119,28	7,262
R.C. Filtek Bulk Fill	10	135,29	136,91	12,920
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>142,31</b>	<b>136,91</b>	<b>25,040</b>

**Gráfico 2 - Comparativo entre as resinas em relação a Dureza total.**



## 5 DISCUSSÃO

Os testes de microdureza são utilizados na Odontologia, como parâmetro para a verificação de um menor ou maior grau de conversão de monômeros em polímeros, após a polimerização das resinas compostas. Teoricamente, restaurações confeccionadas com resinas compostas que apresentem menor microdureza, são supostamente menos resistentes aos esforços mastigatórios e apresentam menor longevidade clínica (REIS et al., 2007; SILVEIRA et al., 2012)

O teste de microdureza Vickers é o mais indicado para as resinas compostas, devido a sua maior estabilidade e deve ser utilizado, preferencialmente, em detrimento a outros testes, quando se pretende verificar a dureza dos compósitos resinosos (SILVEIRA et al., 2012).

De acordo com Kim et al. (2015), medições de dureza realizada sobre a superfície superior e inferior de resinas compostas fotopolimerizáveis são usadas para definir a profundidade de polimerização. A relação de dureza inferior/superior acima de 80% tem sido muitas vezes utilizada, como um limite mínimo aceitável. As resinas de incremento único utilizadas no estudo citado, mostraram uma relação base/topo de dureza em aproximadamente 80% ou mais nos 4 mm de espessura das amostras, o que significa que tais materiais podem ser colocados e polimerizados adequadamente numa espessura de 4 mm de situações clínicas.

Com base nos resultados obtidos no presente trabalho, em relação à resina de incremento único Bulk Fill, a média dos valores de dureza obtidos na região do topo (70,35), foi significativamente superior em relação aos valores obtidos na base (64,94). De acordo com Silveira et al. (2012), esse resultado se justifica, porque a região do topo se encontra mais próxima da ponta fotoativadora do aparelho, não havendo assim, praticamente nenhuma interferência na transmissão de luz, a qual atinge a área superficial com a maior intensidade possível. Entretanto, para o fundo (base), a luz primeiramente atravessa todo o corpo da resina composta e, sendo parte absorvida ou refletida, a sua intensidade é atenuada; sendo assim, a redução na efetividade de fotoativação se reflete na polimerização das porções mais profundas do material, acarretando um menor valor de dureza Vickers. No entanto, este achado não corrobora com o resultado registrado por Nagi et al. (2015) pois, segundo os autores, o efeito positivo de diferentes estratégias que os fabricantes tem disponibilizado para aumentar a profundidade de polimerização, foram comprovadas

pelos referidos autores na avaliação de duas resinas de incremento único, cujos resultados mostraram que a dureza foi constante nas diferentes espessuras de incremento com 2, 3 e 4 mm. É importante salientar, no entanto que, embora o valor da dureza da base (64,94) encontrado no presente estudo para a resina Filtek Bulk Fill é considerado estatisticamente inferior ao do topo (70,35), ainda assim ele representa 92,30 % na relação de dureza base/topo, estando portanto acima do limite clínico aceitável que é de 80% (Kim et al., 2015).

Por outro lado, o estudo de Kim et al. (2015) mostrou que a microdureza das resinas compostas é afetada pela espessura do material. Houve tendência de diminuição da microdureza à medida que a espessura da resina aumentava. No entanto, o grau de alteração da dureza para as resinas compostas de preenchimento único, exibiu alterações menores em função da espessura, ao passo que resinas compostas regulares, mostraram uma drástica diminuição nos espécimes de 4 mm. De acordo com aqueles autores, a redução na microdureza dos espécimes de 4 mm das resinas regulares, está em conformidade com estudos prévios, que relataram uma dureza significativamente diferente da resina na parte inferior do que na parte superior, quando os espécimes eram de 4 ou 5 milímetros de espessura. Tais relatos estão em desacordo, com os resultados obtidos neste trabalho, quando se compara a dureza da base (61,66) com a do topo (58,58) das amostras da resina convencional Charisma, indicada na técnica incremental, cuja análise não detectou diferença estatisticamente significativa. A justificativa para esse resultado pode encontrar explicação no tipo de metodologia empregada, pois diferentemente, dos demais trabalhos, que polimerizaram a resina usando corpos de prova confeccionados em incrementos de 4 ou mais milímetros, no presente trabalho, para esse tipo de resina, a polimerização foi realizada em incrementos de 2 mm por meio de um fotopolimerizador à base de LED com intensidade de luz acima de 1000 mW/cm<sup>2</sup>. Dessa forma, buscou-se o máximo de efetividade de polimerização na base do corpo de prova, pressupondo, portanto a ocorrência de valores de dureza estatisticamente iguais aos da superfície de topo. Esse resultado também pode encontrar explicação no fato de que o primeiro incremento do corpo de prova da resina Charisma, no qual se situa a base, foi fotopolimerizado duas vezes, isto é, o primeiro incremento recebeu 20 segundos e com a inserção do segundo incremento é possível que a base tenha absorvido parte da luz quando da fotopolimerização do segundo incremento também durante 20 segundos com o aparelho LED de alta intensidade. É importante ressaltar que a

utilização da técnica incremental em restaurações diretas de resina composta possibilita a diminuição do fator-C, pois quanto maior a área das superfícies aderidas, maior o estresse de contração. Assim a técnica incremental permite certa quantidade de escoamento, dissipando parcialmente a tensão de contração da resina (Park et al., 2008).

Na comparação da dureza encontrada na base da resina Charisma (61,66) e na base da resina Filtek Bulk Fill (64,94) mostrou que não houve diferença estatisticamente significativa entre esses dois valores. A este achado também pode se atribuir as mesmas justificativas levantadas para a não diferença de dureza entre topo e base da resina Charisma, considerando o emprego de um fotopolimerizador de alta intensidade e a dupla incidência de luz no primeiro incremento da resina Charisma (no qual se encontra a base), ao contrário da resina Filtek Bulk Fill, cujo corpo de prova recebeu somente uma incidência da luz fotopolimerizadora. Para Cefaly et al. (2005), a superfície do topo se encontra mais próxima da ponta fotoativadora do aparelho não havendo, assim, praticamente nenhuma interferência na transmissão de luz, a qual atinge a área superficial com a maior intensidade possível. Entretanto, para o fundo (base) a luz primeiramente atravessa todo o corpo da resina composta sendo, então, parte absorvida ou refletida. Dessa forma a intensidade é atenuada, o que reduz a efetividade de fotoativação e conseqüente polimerização nas porções mais profundas do material, acarretando, assim, um menor valor de microdureza Vickers. A afirmação deste autor, no entanto, é válida para o resultado obtido neste trabalho para a resina de incremento único Filtek Bulk Fill, em que a dureza de topo (70,35) foi estatisticamente superior à da base (64,94) e já anteriormente considerada.

Os valores de microdureza obtidos por um material resinoso são influenciados pelo grau de conversão dos monômeros em polímeros e também pela composição da matriz orgânica, pelo tipo, volume e percentual das partículas de carga (SILVEIRA et al., 2012). Ao compararmos estatisticamente a dureza do topo da resina Charisma (58,58) com o topo da resina Filtek Bulk Fill (70,35), verifica-se uma diferença estatisticamente significativa, com uma maior dureza Vickers para a resina Filtek Bulk Fill. Em tese, esse dado pode se justificar pelo grau de conversão dos materiais. O iniciador da resina Charisma é a canforoquinona. A absorção máxima da canforoquinona é dentro da gama de comprimento de onda visível, isto é, 468 nm. Na composição da resina Filtek Bulk Fill verifica-se a presença de Bis-EMA (bisfenol A dimetacrilatoetoxilado) que é estruturalmente análogo ao Bis-GMA, possuindo, no

entanto elevado peso molecular a alta viscosidade que restringem a mobilidade dos radicais durante a polimerização. Por isso o grau de conversão após 24 horas é de apenas 34,5 %. Para alcançar maiores valores de conversão, faz-se necessária a adição de monômeros de menor peso molecular como o trietileno glicol dimetracrilato (TEGDMA) e urano dimetacrilato (UDMA), o que melhora a reatividade dos componentes e dependendo da proporção empregada pode aumentar a conversão monomérica em até 60,9% (SINDERIDOU; TSERKI; PAPANASTASIOU, 2002; GAJEWSKI et al.,2012)

A justificativa para esse resultado também pode ser embasada na composição das partículas de carga das duas resinas compostas, pois a resina Filtek Bulk Fill apresenta uma maior quantidade de partículas de carga inorgânica com cerca de 76,5% em peso e 58,4% em volume, em relação à resina composta Charisma que possui 60% de carga inorgânica em peso e 58% em volume. Na comparação entre o tamanho de partículas, verifica-se que o tamanho da partícula da resina Charisma é de 0,02-2  $\mu\text{m}$  de vidro de bário aluminofluoretado e dióxido de silício altamente disperso com tamanho de 0,02-0,07  $\mu\text{m}$ , com carga pré-polimerizada, sendo a carga da Filtek Bulk Fill uma combinação de sílica (20nm) não-aglomerada/não-agregada, de zircônia 4-11nm, não-aglomerada/não-agregada, aglomerados de zircônia e sílica (composto 20nm de sílica e de 4-11nm de partículas de zircônia) e aglomerados de partículas de trifluoreto de itérbio(100nm). É possível observar, portanto que há uma diferença grande entre a composição das duas resinas analisadas, o que justifica o resultado comparativo de dureza entre as duas resinas, em que a dureza total da resina Filtek Bulk Fill (135,29) é estatisticamente maior do que a da resina Charisma (120,25).

Neste estudo ocorreram algumas limitações que devem ser listadas: a posição do fotopolimerizador sobre os corpos de prova foi realizada manualmente, o que pode ter interferido de algum modo nos resultados; a realização das marcações da dureza Vickers não foram realizadas com um penetrador automático como mostram a maioria dos trabalhos listados na literatura e sim de forma manual, influenciando na marcação da dureza de cada um dos corpos de prova; a possível variação na leitura do comprimento das diagonais do trapézio formado pela ponta do durômetro na superfície da resina, realizada com um microscópio e que fornece os valores para o cálculo da dureza Vickers por meio de uma fórmula pré-estabelecida.

É importante ressaltar que vários trabalhos da literatura correlacionam apenas a dureza total do corpo de prova das resinas analisadas, não relacionando a parte superior com a inferior como realizado nesta pesquisa, restringindo a comparação com outros estudos. Desse modo, destaca-se a importância de analisar separadamente a superfície do topo e da base, para confrontar com os resultados muitas vezes controversos aos dos fabricantes e que devem ser analisadas em mais resinas disponíveis no mercado.

Com base nos resultados deste estudo, é importante que o Cirurgião- Dentista avalie a relevância clínica das diferentes condutas, se a inserção em um único incremento, que otimiza o tempo do paciente na cadeira ou a inserção em vários incrementos, o que de certo modo prolongaria o atendimento. Os resultados mostram que a polimerização na base, correspondente à porção axial do dente, é igual para as duas resinas testadas.



## 6 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo e levando em consideração as condições da metodologia empregada para realização do ensaio de dureza Vickers, é possível concluir que:

A dureza da resina de inserção em incremento único Filtek Bulk Fill é maior na superfície de topo do que na base, enquanto que para a resina de inserção pela técnica incremental (Charisma) não há diferença estatisticamente significativa nessas duas superfícies;

Na comparação entre as duas resinas, não há diferença estatisticamente significativa da dureza na base de ambos materiais, enquanto que na superfície do topo a resina de incremento único possui maior dureza;

Na soma dos valores de dureza da base mais topo, a dureza superficial da resina de inserção pela técnica de incremento unico é maior que a resina de inserção pela técnica incremental.

## REFERÊNCIAS

- ABOUELLEIL, H. et al. Comparison of mechanical properties of a new fiber reinforced composite and bulk filling composites. *R.D.E*, v.40, n.4, p.262-269, 2015.
- ALRAHLAH, A.; SILIKAS, N.; WATTS, D. C. Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin-composites, *Dental materials*, v.30 p.149–154, 2014.
- ARSLAN, S. et al. The effect of a new-generation flowable composite resin on microleakage in Class V composite restorations as an intermediate layer. *J.Conserv. Dent*, v.16, n.3, p.189–193, 2013.
- BRAGA, S.R.M. et al. Reasons for placement and replacement of direct restorative materials in Brazil. *Quintessence Int*, v.38, n.4, p.89–94, 2007.
- BUCUTA, S.; ILIE, N. Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. *Clin Oral Investig*, v.18, n. 8, p.1991–2000, 2014.
- CEFALY, D. F. G, et al. Microhardness of resin-based materials polymerized with LED and halogen curing units. *Braz Dent J*, v.16, n.2, p.98-102, 2005.
- CZASCH, P.; ILIE, N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin Oral Invest*, v.17, n.1, p.227–235, 2013.
- EI-SAFETY, S.; SILIKAS, N.; WATTS, D. C. Creep deformation of restorative resin-composites intended for bulk-fill placement. *Dental Materials*, v. 28, n.8, p.928–935, 2012.
- FLURY,S.; PEUTZFELDT, A.; LUSSI A. Influence of increment thickness on microhardness and dentin bond strength of bulk fill resin composites, *Dental Materials*, v.30, n.10, p.1104–1112, 2014.
- FLURY, S. et al. Depth of cure of resin composites: is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials?. *Dent Mater*, V.28, n.5, p.521-528, 2012.
- FRONZA, B.M. et al. Monomer conversion, microhardness, internalmarginal adaptation, and shrinkage stress of bulk-fill resin composites. *Dental Materials*; v. 31, n.12, p.1542–1155, 2015.
- FUNESS, M.Y. et al. Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites. *Journal of Dentistry*, v.42; n.4; p.439–449, 2014.
- GAJEWSKI, V.G. et al. Monomers used in resin composites: drgree of conversion, mechanical properties and water sorption/ solubility. *Braz Dent J*, v.23, n.5, p.508-514, 2012.
- HERAEUS KULZER, Alemanha, Charisma®, Scientific documentation (s.l.) 2008, p.29.

ILIE, N.; BUCUTA, S.; DRAENERT, M. Bulk-fill resin-based composites: An in vitro assessment of their mechanical performance. *Operative dentistry*, v.38, n.6, p.618 - 625, 2013.

ILIE, N.; FLEMING, J.P.G. In vitro comparison of polymerisation kinetics and the micro-mechanical properties of low and high viscosity giomers and RBC materials, *Journal of dentistry*, v.43, n.7; p.814-822, 2015.

ILIE, N.; STARK, K. Effect of different curing protocols on the mechanical properties of low-viscosity bulk-fill composites. *Clin Oral Invest*, v.19, n.2, p. 271–279, 2013.

IOVAN, G. et al. Sem study of the interface between the cavity wall and composite resin in cavities filled using vibration. *Int J Med Dent*, v.1, p.254-258, 2011.

KIM, E. et al. Effect of resin thickness on the microhardness and optical properties of bulk-fill resin composites. *R.D.E*, n.40, v.2; p.128, 2015.

LAZARCHIK, D. A. et al. Hardness comparison of bulk-filled/transtooth and incremental-filled/occlusally irradiated composite resins. *J Prosthet Dent*, v.98 n.2, p.129-140, 2007.

LEPRINCE, J.G. et al. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites, *J Dent*, v.42, n.8, p.993 –1000, 2014.

LEPRINCE, J.G. et al. Photoinitiator type and applicability of exposure reciprocity law in filled and unfilled photoactiveresins. *Dent Mater*, v.27, n.2, p.157–164, 2011.

MIYASAKA, T.; OKAMURA, H. Measurement of polymerization shrinkage of composite resin using laser displacement meter. *J Dent Mater*, v.24, p.385, 2005.

3M ESPE, Dental Products Filtek Bulk Fill DFU- Technical Product Profile, p.24, 2015.

NAGI, S.M; MOHARAM, L. M; ZAAZOU, M.H. Effect of resin thickness, and curing time on the micro-hardness of bulk-fill resin composites. *J Clin Exp Dent*, v. 7; n.5; p. 600-604, 2015.

PARK, J.K. et al. How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling? *Dental Materials*, v.24, n.11, p. 1501–1505, 2008.

POSKUS, L. T.; PLACIDO, E.; CARDOSO P. E. C. Influence of placement techniques on Vickers and Knoop hardness of class II composite resin restorations, *Dental Materials*, v.20, n. p.726–732, 2004.

PUCKETT, A. et al. The effect of incremental versus bulk fill techniques on the microleakage of composite resin using a glass ionomer liner. *Operative Dentistry*, v.17, n.5, p.186–191, 1992.

RANDOLPH, L, D, et al. The effect of ultra-fast photopolymerisation of experimental composites on shrinkage stress, net work formation and pulpal temperature rise. *v.30, n.11, p.1280 – 1289, 2014.*

REIS A, et al. Resinas compostas. In: Reis A, Loguercio AD. Materiais dentários: restauradores diretos - dos fundamentos à aplicação clínica. São Paulo: Santos, p.131-77, 2007.

SINDERIDOU, I.; TSERKI, V.; PAPANASTASIOU,G. Effect of chemical structure on degree of conversion in light- cured dimethacrylate- based dental resins. *Biomaterias, v.23, n.8, p.1819-1829, 2002.*

SILVEIRA, R. R. Análise Comparativa da Microdureza Superficial e Profunda entre uma Resina Composta Microhíbrida e uma Resina Composta de Nanopartículas. *Pesq Bras Odontoped. Clin Integr, João Pessoa, v.12, n.4, p.529-534, 2012.*

SOUZA, R.O. et. al. Conversion Degree of Indirect Resin Composites and Effect of Thermocycling on Their Physical Properties. *J. Prosth odont, v.19, n.3, p 218-225, 2010.*

STAHL, F.et al. Lighe-emitting diode (LED) polymerization of dental composites: flexural properties and polymerization potential. *Biomaterials, Surrey, v.21, p.1379-1385; 2000.*

TARLE, Z. et al. Influence of irradiation time on subsurface degree of conversion and microhardness of high-viscosity bulk-fill resin composites. *Clin Oral Invest, v.19, p.831–840, 2015.*

TIBA, A. et al. A laboratory evaluation of bulk fill versus traditional multi-increment-fill resin-based. *J Am Dent Assoc, v.144, n.10, p.1182-1183, 2013.*

VAN ENDE, A. et al. Bonding of low-shrinking composites in high C-factor cavities. *J Dent, v.40, n.4, p.295-303, 2012.*

VASUDEVA, GAURAV. Monomer systems for dental composites and their future: A review. *J Calif Dent Assoc, v.37, n.6, p.389-398, 2009.*

YAZICI, A.R; OZGUNALTAY, G; DAYANGAC, B. The effect of different types of flowable restorative resins on microleakage of Class V cavities. *Oper Dent, v.82, p.773-778, 2003.*

YSSA, I. et al. Effect of curing light emission spectrum on the nano hardness and elastic modulus of two bulk-fill resin composites. *Dental Materials, v.32, n.4, p.535–550, 2016.*

## APÊNDICE-A - Resultados dureza Vickers da resina Filtek™ Bulk Fill (3M ESPE)

base (B)						topo (T)					
	d1	d2	media	força kgf	dureza vickers		d1	d2	media	força kgf	dureza vickers
cp1	1,054	0,892	0,973	31,25	61,21075831	cp1	1,068	1,335	1,2015	31,25	40,14263624
cp1	0,988	1,003	0,9955	31,25	58,4750917	cp1	0,868	0,984	0,926	31,25	67,58206644
cp1	0,947	0,937	0,942	31,25	65,30578207	cp1	0,896	1,017	0,9565	31,25	63,34079232
cp2	0,962	1,039	1,0005	31,25	57,89209343	cp2	0,983	0,968	0,9755	31,25	60,8974199
cp2	0,966	0,917	0,9415	31,25	65,37516404	cp2	0,962	0,982	0,972	31,25	61,33677116
cp2	1,066	1,144	1,105	31,25	47,46012571	cp2	0,802	1,053	0,9275	31,25	67,36364891
cp3	0,959	0,987	0,973	31,25	61,21075831	cp3	0,986	0,984	0,985	31,25	59,72841351
cp3	1,092	0,872	0,982	31,25	60,09391035	cp3	1,025	0,951	0,988	31,25	59,36624105
cp3	1,15	0,972	1,061	31,25	51,47811936	cp3	1,009	0,954	0,9815	31,25	60,15515254
cp4	0,933	0,953	0,943	31,25	65,16734908	cp4	0,922	0,927	0,9245	31,25	67,80154797
cp4	0,937	0,965	0,951	31,25	64,0755594	cp4	0,919	0,929	0,924	31,25	67,87494612
cp4	0,909	0,904	0,9065	31,25	70,5208963	cp4	0,888	0,929	0,9085	31,25	70,2107443
cp5	0,978	0,938	0,958	31,25	63,14259439	cp5	0,886	0,865	0,8755	31,25	75,60336738
cp5	0,949	0,872	0,9105	31,25	69,90263389	cp5	0,912	0,883	0,8975	31,25	71,9423344
cp5	0,928	0,989	0,9585	31,25	63,07673511	cp5	0,84	0,923	0,8815	31,25	74,57766936
cp6	0,934	0,879	0,9065	31,25	70,5208963	cp6	0,941	0,986	0,9635	31,25	62,42377123
cp6	0,998	0,859	0,9285	31,25	67,21862495	cp6	0,809	0,934	0,8715	31,25	76,29896687
cp6	1,007	0,928	0,9675	31,25	61,90867269	cp6	0,891	0,914	0,9025	31,25	71,14739758
cp7	0,909	0,903	0,906	31,25	70,59875542	cp7	0,947	1,067	1,007	31,25	57,14713983
cp7	1,009	1,019	1,014	31,25	56,36084949	cp7	0,877	0,826	0,8515	31,25	79,92527435
cp7	0,87	0,925	0,8975	31,25	71,9423344	cp7	0,8	0,947	0,8735	31,25	75,94997262
cp8	0,938	0,952	0,945	31,25	64,89180034	cp8	0,83	0,833	0,8315	31,25	83,81638643
cp8	0,959	0,93	0,9445	31,25	64,96052345	cp8	0,828	0,827	0,8275	31,25	84,62865436
cp8	0,928	0,918	0,923	31,25	68,02210043	cp8	0,815	0,82	0,8175	31,25	86,71174331
cp9	0,89	0,949	0,9195	31,25	68,54092689	cp9	0,941	0,923	0,932	31,25	66,714712
cp9	0,843	0,943	0,893	31,25	72,66922399	cp9	0,824	0,975	0,8995	31,25	71,62276862
cp9	0,805	0,932	0,8685	31,25	76,82698583	cp9	0,873	0,883	0,878	31,25	75,17343725
cp10	0,847	0,905	0,876	31,25	75,5170868	cp10	0,891	0,898	0,8945	31,25	72,42570819
cp10	0,951	0,942	0,9465	31,25	64,68628408	cp10	0,833	0,76	0,7965	31,25	91,34439002
cp10	0,889	0,942	0,9155	31,25	69,14117297	cp10	0,88	0,749	0,8145	31,25	87,3516802

## APÊNDICE-B - Resultados da dureza Vickers da resina Charisma® Diamond (Heraeus Kulzer)

base (B)						topo (T)					
	d1	d2	media	força kgf	dureza vickers		d1	d2	media	força kgf	dureza vickers
cp1	0,838	1,157	0,9975	31,25	58,2408402	cp1	0,912	1,045	0,9785	31,25	60,52457943
cp1	0,826	0,995	0,9105	31,25	69,90263389	cp1	0,902	0,997	0,9495	31,25	64,27816974
cp1	0,848	1,158	1,003	31,25	57,60385841	cp1	0,978	1,074	1,026	31,25	55,05017688
cp2	1,044	1,027	1,0355	31,25	54,04471536	cp2	0,894	1,029	0,9615	31,25	62,6837346
cp2	0,847	1,033	0,94	31,25	65,58397465	cp2	0,885	1,008	0,9465	31,25	64,68628408
cp2	0,945	1,009	0,977	31,25	60,71057034	cp2	0,878	1,129	1,0035	31,25	57,54646977
cp3	0,854	0,967	0,9105	31,25	69,90263389	cp3	0,871	0,933	0,902	31,25	71,22629682
cp3	0,815	0,981	0,898	31,25	71,86224275	cp3	0,965	0,986	0,9755	31,25	60,8974199
cp3	0,846	0,937	0,8915	31,25	72,91397001	cp3	0,946	1,019	0,9825	31,25	60,03276162
cp4	0,856	1,041	0,9485	31,25	64,41377766	cp4	1,018	1,067	1,0425	31,25	53,32137168
cp4	0,915	0,973	0,944	31,25	65,02935579	cp4	0,96	0,93	0,945	31,25	64,89180034
cp4	0,972	1,024	0,998	31,25	58,18249726	cp4	0,966	1,002	0,984	31,25	59,84987441
cp5	0,948	0,961	0,9545	31,25	63,60651113	cp5	1,038	0,997	1,0175	31,25	55,97377588
cp5	0,821	0,978	0,8995	31,25	71,62276862	cp5	0,949	0,99	0,9695	31,25	61,65351099
cp5	0,823	0,917	0,87	31,25	76,56229357	cp5	1,007	1,046	1,0265	31,25	54,99656094
cp6	1,016	0,987	1,0015	31,25	57,77654038	cp6	1,023	1,071	1,047	31,25	52,86400677
cp6	1,025	0,995	1,01	31,25	56,80815606	cp6	0,996	1,025	1,0105	31,25	56,7519521
cp6	0,97	0,983	0,9765	31,25	60,77275786	cp6	0,965	0,98	0,9725	31,25	61,27371614
cp7	0,937	0,977	0,957	31,25	63,27462278	cp7	1,006	1,027	1,0165	31,25	56,08396045
cp7	0,977	1,019	0,998	31,25	58,18249726	cp7	1,041	1,139	1,09	31,25	48,77535561
cp7	1,01	1,009	1,0095	31,25	56,86444356	cp7	0,976	1,019	0,9975	31,25	58,2408402
cp8	0,999	1	0,9995	31,25	58,00799349	cp8	0,986	0,968	0,977	31,25	60,71057034
cp8	1,005	1,012	1,0085	31,25	56,97726981	cp8	0,985	0,988	0,9865	31,25	59,54691426
cp8	1,01	0,985	0,9975	31,25	58,2408402	cp8	1,011	1,007	1,009	31,25	56,92081475
cp9	1,008	0,969	0,9885	31,25	59,30619934	cp9	1,015	1,056	1,0355	31,25	54,04471536
cp9	1,061	1,017	1,039	31,25	53,68121602	cp9	0,924	1,029	0,9765	31,25	60,11215786
cp9	1,003	1,007	1,005	31,25	57,37481746	cp9	0,968	1,007	0,9875	31,25	59,42637398
cp10	0,989	1,02	1,0045	31,25	57,43194946	cp10	1,016	1,023	1,0195	31,25	55,75437863
cp10	0,977	1,049	1,013	31,25	56,47217953	cp10	1,071	0,968	1,0195	31,25	55,75437863
cp10	1,004	0,985	0,9945	31,25	58,5927478	cp10	1,039	1,054	1,0465	31,25	52,9145339

## ANEXO A – Carta da instituição a coordenadora do curso de Odontologia da UNISC

Santa Cruz do Sul, 25 de maio de 2016.

Ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP-UNISC)

Prezados Senhores,

Declaramos para os devidos fins conhecer o projeto de pesquisa intitulado: “Avaliação da dureza superficial de uma resina composta de incremento único”, desenvolvido pela acadêmica Sandyelli Maíra Pozzebon do Curso de Odontologia, da Universidade de Santa Cruz do Sul-UNISC, sob a orientação do professor, Alcebiades Nunes Barbosa bem como os objetivos e a metodologia da pesquisa e autorizamos o desenvolvimento no Laboratório de metalurgia física do Curso de Engenharia de Produção da Universidade de Santa Cruz do Sul .

Informamos concordar com o parecer ético que será emitido pelo CEP-UNISC, conhecer e cumprir a Resolução do CNS 466/12 e demais Resoluções Éticas Brasileiras. Esta instituição está ciente das suas corresponsabilidades como instituição coparticipante do presente projeto de pesquisa e no seu compromisso do resguardo da segurança e bem estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária.

Atenciosamente,



Prof.ª Dra. Márcia Helena Wagner  
Coordenadora do Curso de Odontologia

Assinatura e carimbo do responsável institucional

ou

Assinatura e dados funcionais do responsável institucional (legíveis)

## ANEXO B – Carta ao coordenador do Curso de Engenharia da Produção UNISC

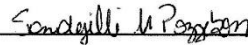
Prezado Senhor:

Ao cumprimentá-lo, informo que sou acadêmica do Curso de Odontologia da UNISC – 9º semestre.

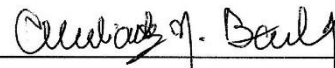
Estou realizando meu trabalho de conclusão, onde avaliarei a dureza superficial de uma resina composta de incremento único, por este motivo solicito autorização para desenvolver as atividades no Laboratório de metalurgia física do curso de Engenharia da Produção.

Atividades a serem desempenhadas: será avaliada a dureza das resinas compostas, a partir de corpos de prova para posterior análise estatística e os resultados apresentados no de trabalho de conclusão de curso.

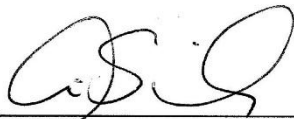
Santa Cruz do Sul, 25 de maio de 2015



Assinatura do Solicitante (Sandyelli Maira Pozzebon)



Assinatura do Prof. Orientador (Alcebíades Nunes Barbosa)



Assinatura do Coordenador (André Luiz Emmel Silva)