



ANEXO 2

CONCORDÂNCIA DO ORIENTADOR

Declaro que a aluna Samuel Choi RA 105678 esteve sob minha orientação para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado Avaliação das propriedades mecânicas de resinas auto-adesivas experimentais no ano de 2013.

Concordo com a submissão do trabalho apresentado à Comissão de Graduação pelo aluno, como requisito para aprovação na disciplina DS833 - Trabalho de Conclusão de Curso.

Piracicaba, 16 de setembro de 2013.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Américo Bortolazzo Correr', written over a horizontal line.

Américo Bortolazzo Correr



UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**



**Avaliação das propriedades mecânicas de resinas compostas
auto-adesivas experimentais**

Samuel Choi

Piracicaba

2013

Samuel Choi

**Avaliação das propriedades mecânicas de resinas compostas
auto-adesivas experimentais**

Monografia apresentada ao curso
de Odontologia da Faculdade de
Odontologia de Piracicaba –
UNICAMP, para obtenção do
diploma de cirurgião dentista

Orientador: Américo Bortolazzo Correr

Piracicaba

2013

iii

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
MARILENE GIRELLO – CRB8/6159 - BIBLIOTECA DA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

C452a Choi, Samuel, 1991-
Avaliação das propriedades mecânicas de resinas
compostas auto-adesivas experimentais / Samuel Choi.
-- Piracicaba, SP: [s.n.], 2013.

Orientador: Américo Bortolazzo Correr.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) –
Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de
Odontologia de Piracicaba.

1. Materiais dentários. I. Correr, Américo Bortolazzo,
1981- II. Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo que tem me proporcionado ao longo da minha vida

Aos meus pais, pelo imenso esforço e dedicação para que eu pudesse concluir a minha graduação.

Ao Prof. Dr. Américo Bortolazzo Correr e ao aluno doutorado Víctor Pinheiro Feitosa, pela orientação desse trabalho e pela amizade.

Aos meus amigos, pela verdadeira amizade e companheirismo durante a minha passagem na universidade.

A todas as pessoas, que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão deste trabalho.

Epígrafe

“Lute com determinação, abrace a vida com paixão, perca com classe e vença com ousadia, porque o mundo pertence a quem se atreve e a vida é muito para ser insignificante.”

(Charles Chaplin)

Resumo

Neste estudo foram avaliados compósitos resinosos auto-adesivos experimentais, com diferentes monômeros funcionais ácidos. Foram realizados testes de flexão de três pontos com espécimes em forma de barra e averiguados o módulo de elasticidade e a resistência à flexão, e teste de dureza Knoop com espécimes em forma de disco. Nos compósitos experimentais foram adicionados 10% em peso de 2-hidroxietilmetacrilato-fosfato (HEMA-P), 4-metacrilóiloxietil-trimelítico-anidrido (4-META), 2-hidroxietilmetacrilato/succinato (HEMA-S) ou metacrilóiloxietil-ftalato (HEMA-F) na fase monomérica composta também por BisGMA, TEGDMA e UDMA. As partículas de carga de vidro de bário silanizado foram adicionadas em 40% em volume. Um compósito experimental controle sem monômero ácido foi preparado com a blenda experimental adicionando-se HEMA (hidroxietilmetacrilato). Os resultados foram analisados estatisticamente com ANOVA um fator e teste de Tukey com nível de significância de 5%. Controle ($45,0 \pm 4,5$ KHN) e 4-META ($46,9 \pm 2,1$ KHN) obtiveram maiores durezas em relação aos outros monômeros e HEMA-F ($15,3 \pm 2,7$ KHN) obteve os menores valores. Todos módulos de elasticidade foram semelhantes estatisticamente exceto o da resina com HEMA-F ($1,71 \pm 0,4$ GPa), o qual foi menor que o módulo de Controle ($3,26 \pm 0,72$ GPa) e 4-META ($3,78 \pm 0,17$ GPa), mas semelhante a HEMA-P ($2,29 \pm 0,2$ GPa) e HEMA-S ($3,05 \pm 0,62$ GPa). Já a resistência à flexão de 4-META ($125,0 \pm 12,4$ MPa) foi maior que Controle ($95,5 \pm 11,8$ MPa) e HEMA-F ($88,9 \pm 15,8$ MPa), mas não estatisticamente maior que HEMA-S ($112,2 \pm 10,5$ MPa) e HEMA-P ($107,9 \pm 8,3$ MPa). Em conclusão, o monômero funcional carboxílico 4-META obteve as melhores propriedades mecânicas para a elaboração de resinas compostas auto-adesivas.

Palavras-chave: compósito resinoso, monômero ácido, propriedades mecânicas.

Abstract

The present investigation evaluated experimental self-adhesive resin composites with different acidic functional monomers. It was undertaken three-point bending tests with bar-shaped specimens in which the elasticity modulus and flexural strength were evaluated and Knoop hardness assessment with disc-shaped specimens of each resin composite. In each experimental self-adhesive resin composite was added 10wt% of hydroxyethyl-methacrylate-phosphate (HEMA-P), 4-methacryloiloxy-trimellitic-anhydrous (4-META), 2-hydroxyethyl-methacrylate/succinate (HEMA-S) or methacryloiloxyethyl-phtalate (HEMA-F) in the monomeric phase also composed by BisGMA, TEGDMA and UDMA. The silanized barium glass fillers were added in 40vol%. One experimental resin composite as control without acidic functional monomer was prepared with HEMA (hydroxyethyl-methacrylate) added to the resin blend. The results were statistically analyzed with one-way ANOVA e Tukey's test with significance level of 5%. Control ($45,0 \pm 4,5$ KHN) and 4-META ($46,9 \pm 2,1$ KHN) obtained highest Knoop hardness than other monomers and HEMA-F ($15,3 \pm 2,7$ KHN) achieved the lowest values. All elasticity moduli were statistically similar except that of HEMA-F ($1,71 \pm 0,4$ GPa) which was lower than the modulus of Control ($3,26 \pm 0,72$ GPa) and 4-META ($3,78 \pm 0,17$ GPa), but similar to HEMA-P ($2,29 \pm 0,2$ GPa) and HEMA-S ($3,05 \pm 0,62$ GPa). However, the flexural strength of 4-META ($125,0 \pm 12,4$ MPa) was higher than Control ($95,5 \pm 11,8$ MPa) and HEMA-F ($88,9 \pm 15,8$ MPa), but not than HEMA-S ($112,2 \pm 10,5$ MPa) and HEMA-P ($107,9 \pm 8,3$ MPa). In conclusion, the carboxylic functional monomer 4-META attained better mechanical properties to create self-adhesive resin composites.

Key words: resin composite, acidic functional monomer, mechanical properties.

Sumário

| | |
|--|-----------|
| 1. Introdução e Revisão da Literatura | 1 |
| 2. Proposição | 3 |
| 3. Materiais e Métodos..... | 4 |
| 3.1. Compósitos Experimentais | 4 |
| 3.2. Testes e Avaliações..... | 5 |
| 3.3. Resistência à flexão de Três Pontos e Módulo Flexural..... | 5 |
| 3.4. Dureza Knoop..... | 6 |
| 4. Resultados | 7 |
| 5. Discussão | 9 |
| 6. Conclusão | 11 |
| 7. Referências | 12 |

1. Introdução e Revisão da Literatura

As restaurações em resina composta compreendem atualmente a grande maioria das restaurações diretas realizadas ao redor do mundo (Rueggeberg 2011). O advento da adequada fotopolimerização (Rueggeberg 2011) em conjunto das notáveis melhorias nas fases monoméricas e inorgânicas (Ferracane 2011) fez com que esses materiais evoluíssem significativamente. Há algumas décadas atrás, as resinas compostas tinham como principais problemas o excessivo desgaste, alta tensão de contração de polimerização, pigmentação, inadequado polimento e reduzidas propriedades mecânicas (Ferracane 2011).

A introdução de nanopartículas melhorou a lisura e polimento superficial (Mitra et al. 2003, Palaniappan et al. 2009), assim como diminuiu a pigmentação ao longo do tempo (Ferracane 2011). O surgimento de compósitos baseados em monômeros que se polimerizam através da abertura de uma cadeia carbônica cíclica, com conseqüente diminuição da contração volumétrica do compósito (Weinmann et al. 2005); e a introdução de compósitos com substituintes para o BisGMA (Cramer et al. 2010, Moraes et al. 2010) na matriz orgânica são os alguns dos avanços recentes dos compósitos restauradores em relação a diminuição da contração de polimerização e seus efeitos. O excessivo desgaste das restaurações com compósitos também foi sanado. Atualmente, os compósitos resinosos evoluíram de tal maneira que um desgaste muito próximo ao desgaste fisiológico do esmalte foi alcançado (Palaniappan et al. 2009, Palaniappan et al. 2010, Palaniappan et al. 2011).

Em geral, os compósitos atuais possuem propriedades mecânicas adequadas (Ferracane 2011) e a longevidade clínica das restaurações já é similar ou maior que a de restaurações em amálgama (Opdam et al. 2010). De fato, um paradigma conhecido vem sendo derrubado, pois a evolução dos compósitos e técnicas restauradoras está tornando as restaurações em resina composta cada vez melhores e mais duradouras (Opdam et al. 2010, Da Rosa Rodolpho et al. 2011). Entretanto, dois problemas principais ainda permanecem em relação a essa categoria de material restaurador, a tensão de contração de polimerização e a complexidade da técnica adesiva.

A contração de polimerização vem sendo amplamente estudada e diminuída (Weinmann et al. 2005) e o mesmo tem ocorrido com a tensão gerada pela polimerização (Boaro et al. 2010). No entanto, a evolução dos compósitos resinosos restauradores necessita da simplificação da técnica adesiva e o desenvolvimento de um material que não necessite de um sistema adesivo (Ferracane 2011), as resinas compostas auto-adesivas (Hanabusa et al. 2011). Recentemente foi avaliada através de microscopia de transmissão a interação desses materiais com a dentina e o esmalte (Hanabusa et al. 2011), entretanto a avaliação das propriedades mecânicas desses compósitos inovadores precisam ser estudadas.

O objetivo deste estudo é avaliar a resistência à flexão de três pontos e a microdureza Knoop de resinas compostas auto-adesivas experimentais com diferentes monômeros ácidos na composição. A hipótese do estudo é que não haverá diferenças nas propriedades mecânicas entre os compósitos experimentais estudados.

2. Proposição

O objetivo neste estudo foi avaliar a resistência à flexão de três pontos e a microdureza Knoop de resinas compostas auto-adesivas experimentais com diferentes monômeros ácidos na composição. A hipótese do estudo é que não haveria diferenças nas propriedades mecânicas entre os compósitos experimentais estudados.

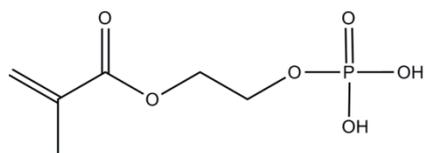
O escopo desta análise se restringe aos seguintes monômeros funcionais ácidos:

- 2-hidroxietilmetacrilato-fosfato (HEMA-P)
- 4-metacrilóiloxietil-trimelítico-anidrido (4-META)
- 2-hidroxietilmetacrilato/succinato (HEMA-S)
- metacrilóiloxietil-ftalato (HEMA-F)

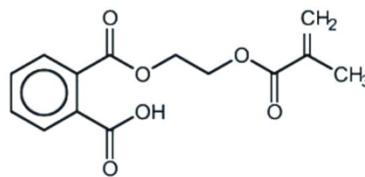
3. Materiais e Métodos

3.1. Compósitos Experimentais

Os monômeros ácidos funcionais do estudo adicionados em 10% em peso na fase monomérica foram: 2-hidroxietilmetacrilato-fosfato (HEMA-P), 4-metacrilóioxietil-trimelítico-anidrido (4-META), 2-hidroxietilmetacrilato/succinato (HEMA-S) ou metacrilóioxietil-ftalato (HEMA-F). A fase monomérica foi composta também por BisGMA (60% em peso), TEGDMA (20% em peso) e UDMA (10% em peso). O sistema fotoiniciador foi composto por uma combinação de canforoquinona+amina (CQ+EDAB, 1% em peso cada) e fenilpropadiona (PPD, 1% em peso). As partículas de carga foram de vidro de bário silanizado adicionadas em 60% em volume do compósito final. Um compósito experimental sem monômero funcional ácido foi preparado com HEMA (hidroxietil-metacrilato) no lugar do mesmo. Todos os reagentes foram comprados da empresa Esstech Inc. (Essington, Estados Unidos) exceto o PPD que foi comprado da empresa Sigma Aldrich (St. Louis, Estados Unidos). Os compósitos foram preparados em sala com umidade e temperatura controlada com luz amarela para não ocorrer polimerização precoce dos materiais. As estruturas químicas dos monômeros funcionais ácidos estudados podem ser encontradas na Figura 1.

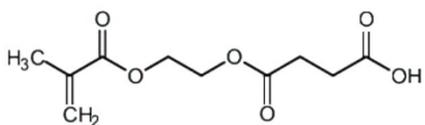


HEMA-P



HEMA-F

HEMA-S



4-META

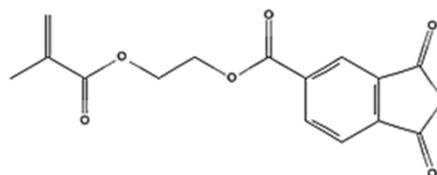


Figura 1. Estruturas químicas dos monômeros funcionais HEMA-P, HEMA-F, HEMA-S e 4-META avaliados no estudo.

3.2. Testes e Avaliações

Foram avaliados a resistência à flexão, o módulo de elasticidade e a microdureza Knoop.

3.3. Resistência à flexão de Três Pontos e Módulo Flexural

Foram confeccionados espécimes em forma de barra (1 mm largura x 1 mm espessura x 7 mm comprimento) através da inserção dos materiais em moldes de silicone pré-fabricados, seguindo o protocolo da ISO 4049 exceto pela dimensão dos espécimes. A fotoativação dos compósitos foi realizada por 40 segundos com a ponta do aparelho fotoativador encostada em uma lamínula de vidro que recobriu os compósitos. Os espécimes foram cuidadosamente removidos do molde e avaliados em lupa estereoscópica, sendo descartados

os que apresentaram defeitos. Para cada grupo, foram confeccionados oito corpos-de-prova, os quais foram armazenados por 24 horas em umidade relativa a 37°C. Após a armazenagem, foi avaliada a resistência à flexão de três pontos, com velocidade de 0,5 mm/min., em máquina universal de ensaio Instron (Modelo 4411, Corona, CA, USA). O teste de resistência à flexão foi monitorado pelo software Bluehill 2 (Instron Corporation, Canton, USA) presente em um computador acoplado à máquina de ensaio, que gera um gráfico tensão x deformação e permite a obtenção do módulo de elasticidade. Os valores foram submetidos à análise estatística (ANOVA e Teste de Tukey) com nível de significância de 5%.

3.4. Dureza Knoop

Para a análise da microdureza Knoop, o topo (superfície onde foi incidida a luz) das amostras em forma de disco (7mm de diâmetro e 1mm de espessura) confeccionadas através de moldes em silicone polimerizada por adição foram submetidos ao teste. Após a polimerização as mostras foram polidas com lixas de granulação 600 e 1200 e mantidas em armazenagem seca por 24 horas. Subsequentemente, as medidas de microdureza Knoop foram feitas usando-se um indentador (HMV-2, Shimadzu Co., Kyoto, Japan) sob uma carga de 490 N (equivalente a 50gf) por 15 segundos. Cinco leituras foram feitas no topo de cada espécime e cinco amostras foram preparadas para cada compósito. O número de dureza Knoop (KHN, N/mm²) de cada amostra foi a média das cinco identações. Os dados foram submetidos à ANOVA um-fatores e teste de Tukey ($p < 0.05$).

4. Resultados

Os resultados de microdureza Knoop podem ser observados na Tabela 1 e os resultados de módulo de elasticidade e resistência à flexão na Tabela 2.

O compósito controle e o compósito com 4-META obteve os maiores valores de microdureza Knoop no teste estatístico enquanto o compósito com HEMA-F registrou a menor microdureza. Os compósitos com HEMA-S e HEMA-P resultaram em valores de microdureza estatisticamente intermediários.

Tabela 1. Médias (desvios padrão) do teste de microdureza Knoop (KHN).

| HEMA-S | HEMA Controle | HEMA-P | HEMA-F | 4-META |
|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| 29,6 (2,7) B | 45,0 (4,5) A | 24,1 (5,6) B | 15,3 (2,7) C | 46,9 (2,1) A |

*Letras diferentes demonstram diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Os módulos de elasticidade dos compósitos controles e com 4-META foram estatisticamente superiores que o módulo do compósito com HEMA-F. Os módulos de elasticidade dos compósitos com HEMA-S e HEMA-P foram intermediários e estatisticamente semelhantes aos módulos dos outros compósitos.

O compósito no qual foi adicionado 4-META obteve a maior média de resistência à flexão que foi estatisticamente superior às médias dos compósitos controle e com HEMA-F, mas similar às médias dos compósitos com HEMA-S e HEMA-P. Esses últimos compósitos obtiveram resistência à flexão semelhante ao compósito controle. Entretanto, HEMA-S foi superior à HEMA-F que foi semelhante à HEMA-P.

Tabela 2. Médias (desvios padrão) do teste de flexão de três pontos.

| | HEMA-S | HEMA Controle | HEMA-P | HEMA-F | 4-META |
|------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|------------------|-------------------|
| Módulo (GPa) | 3,05 (0,62) AB | 3,26 (0,72) A | 2,29 (0,20) AB | 1,71 (0,40) B | 3,78 (0,17) A |
| Resistência (MPa) | 112,2 (10,5) ab | 95,5 (11,8) bc | 107,9 (8,3) abc | 88,9 (15,8) c | 125,0 (12,4) a |

*Letras diferentes em linha demonstram diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

5. Discussão

A hipótese do estudo deve ser rejeitada, já que diferenças significantes foram observadas para todas as propriedades mecânicas avaliadas. No geral, o monômero funcional ácido que promoveu melhores propriedades mecânicas foi o 4-META enquanto as piores propriedades foram observadas nos compósitos contendo HEMA-F.

Dentre os monômeros avaliados, HEMA-F, HEMA-S e 4-META são monômeros com radicais ácidos carboxílicos. Entretanto, o monômero 4-META é o único monômero sem hidroxila, já que ele sofre hidrólise e se torna ionizado somente após o contato com água. Isso torna a molécula mais hidrófoba e estável em uma blenda resinosa que não contenha água (Van Landuyt et al. 2008). Para uma resina composta autoadesiva, essa melhor solubilidade e mistura do 4-META seria importante para evitar a ionização dos radicais ácidos no contato com a umidade. De todos os monômeros testados, o 4-META foi o que resultou em maior resistência à flexão, estatisticamente maior que o controle com HEMA que também possui hidroxila. Certamente, as melhores propriedades mecânicas com o 4-META é resultado da ausência de hidroxila na molécula do monômero funcional. Além disso, o 4-META possui uma interação química satisfatória com o cálcio e com os substratos dentais (esmalte e dentina). A estabilidade da ligação iônica que forma os sais 4-META-Cálcio não tão forte quanto o monômero “padrão-ouro” MDP, mas é superior ao monômero Phenyl-P (Van Landuyt et al. 2008). Essa ligação química é essencial para a adesão dessas resinas compostas, pois a limitada penetração das resinas compostas com alta viscosidade e a menor acidez delas faz com que haja menor condicionamento dos substratos e menor retenção micromecânica. Isso já foi demonstrado através de microscopias eletrônicas de transmissão em estudos prévios (Hanabusa et al. 2011).

Os monômeros HEMA-P, HEMA-F e HEMA-S contêm hidroxilas que promovem maior sorção de água, hidrofília para a molécula e instabilidade para a blenda resinosa composta quase que totalmente por monômeros hidrófobos di-metacrilatos. Apesar de maior solubilidade na blenda hidrófila devido ao benzeno, o monômero HEMA-F obteve as piores propriedades mecânicas quando adicionado ao compósito. O radical ácido benzoico do HEMA-F é um

radical que tende a formar pontes de hidrogênio e adsorver mais água à resina. Essa água adsorvida pode ter contribuído para a menor dureza Knoop e até mesmo para a redução na resistência à flexão e módulo de elasticidade. O HEMA-F foi adicionado recentemente em compósitos contendo partículas de fosfato de cálcio amorfo para liberação de minerais na interface dente-restauração (Antonucci et al. 2009, O'Donnell et al. 2009). Esse monômero funcional ácido ajuda na liberação lenta dos minerais por ter alguma interação química com o cálcio. Entretanto, em estudos prévios nos quais tanto o HEMA-F como o HEMA-S foram adicionados à primers autocondicionantes foi demonstrado que eles possuem reduzida acidez devido à baixa capacidade de ionização dos radicais ácidos (Inagaki et al. 1989, Hayakawa et al. 1998).

A capacidade de ionização e a redução do pH promovida pelos monômeros funcionais é essencial para a desmineralização dos substratos (esmalte e dentina) e formação da camada de interdifusão resina-dentina que promove a adesão micromecânica (Hayakawa et al. 1998). Dessa forma, pode-se esperar que os compósitos autoadesivos com o HEMA-F e HEMA-S obtenham baixa resistência de união à dentina e esmalte mesmo inicialmente (Hayakawa et al. 1998, O'Donnell et al. 2009). Radicais fosfóricos como no HEMA-P tem maior capacidade de ionização que radicais carboxílicos (Van Landuyt et al. 2008), então é possível que o compósito com HEMA-P consiga desmineralizar mais os substratos promovendo uma camada de interdifusão mais espessa. Por outro lado, essa maior acidez deste monômero pode promover a reação ácido-base dele com a amina terciária que normalmente é o coiniador adicionado nas resinas odontológicas. Essa reação pode gerar um menor grau de conversão que explicaria a menor dureza e módulo de elasticidade para o compósito com o HEMA-P.

Tal reação também pode acontecer com o HEMA-S que possui acidez menor que o HEMA-P mas maior que o HEMA-F. O HEMA-S também alta polaridade pelo radical carboxílico conectado ao radical metacrilato por uma cadeia linear acíclica. Essa maior hidrofília promove uma leve separação de fase na matriz orgânica que deixa o compósito menos homogêneo e com menor resistência à endentação (Toledano et al. 2012) como observado com a menor dureza para esse monômero na Tabela 1.

6. Conclusão

Como conclusão do trabalho, pode ser considerado que o 4-META é, entre os monômeros funcionais estudados, o monômero funcional ácido que promove melhores propriedades mecânicas enquanto que o HEMA-F foi o monômero que ao ser adicionado aos compósitos autoadesivos promover piores propriedades mecânicas.

7. Referências

1. Antonucci JM, O'Donnell JNR, Schumacher GE, Skrtic D. Amorphous calcium phosphate composites and their effect on composite-adhesive-dentin bonding. *J Adhes Sci Technol* 2009; 23:1133-47.
2. Boaro LC, Gonçalves F, Guimarães TC, Ferracane JL, Versluis A, Braga RR. Polymerization stress, shrinkage and elastic modulus of current low-shrinkage restorative composites. *Dent Mater* 2010; 26:1144-1150.
3. Cramer NB, Couch CL, Schreck KM, Boulden JE, Wydra R, Stansbury JW, Bowman CM. Properties of methacrylate-thiol-ene formulations as dental restorative materials. *Dent Mater* 2010; 26: 799-806.
4. Ferracane JL. Resin composite – State of the art. *Dent Mater* 2011; 27: 29-38.
5. Hanabusa M, Mine A, Kuboki T, Momoi Y, Van Landuyt KL, Van Meerbeek B, De Munck J. TEM interfacial characterization of an experimental self-adhesive filling material bonded to enamel/dentin. *Dent Mater* 2011; 27:818-24.
6. Hayakawa T, Kikutake K, Nemoto K. Efficacy of self-etching primers containing carboxylic acid monomers on the adhesion between composite resin and dentin. *J Oral Sci* 1998; 40:9-16.
7. Inagaki A, Chigira H, Itoh K, Wakumoto S. Effects of self-etching primers on dentin. *Dent Mater* 1989; 5:403-7.
8. ISO 4049. Dentistry polymer-based filling, restorative and luting materials. Geneva 2000.
9. Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc* 2003; 134: 1382-1390.
10. Moraes RR, Sinhoreti MA, Corrêa-Sobrinho L, Ogliari F, Piva E, Petzhold CL. Preparation and evaluation of dental resin luting agents with increasing content of bisphenol-A ethoxylated dimethacrylate. *J Biomater Appl.* 2010; 24: 453-473.
11. O'Donnell JN, Schumacher GE, Antonucci JM, Skrtic D. Adhesion of amorphous calcium phosphate composites bonded to dentin: a study in failure modality. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2009; 90: 238-49.

12. Opdam NJ, Bronkhorst EM, Loomans BA, Huysmans MC. 12-year survival of composite vs. amalgam restorations. *J Dent Res* 2010; 89: 10-63-1067.
13. Palaniappan S, Bharadwaj D, Mattar DL, Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P. Three-year randomized clinical trial to evaluate the clinical performance and wear of a nanocomposite versus a hybrid composite. *Dent Mater* 2009; 25: 1302-1314.
14. Palaniappan S, Bharadwaj D, Mattar DL, Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P. Nanofilled and microhybrid composite restorations: Five-year clinical wear performances. *Dent Mater* 2011; 27:692-700.
15. Palaniappan S, Elsen L, Lijnen I, Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P. Three-year randomised clinical trial to evaluate the clinical performance , quantitative and qualitative wear patterns of hybrid composite restorations. *Clin Oral Invest* 2010; 14:441-458.
16. Rueggeberg F. State-of-the-art: Dental photocuring – A review. *Dent Mater* 2011; 27: 39-52.
17. Toledano M, Cabello I, Yamauti M, Giannini M, Aguilera FS, Osorio E, Osorio R. Resistance to degradation of resin-dentin bonds produced by one-step self-etch adhesives. *Microsc Microanal* 2012; 18: 1480-93.
18. Van Landuyt KL, Yoshida Y, Hirata I, Snauwaert J, De Munck J, Okazaki M, Suzuki K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Influence of chemical structure of functional monomers on their adhesive performance. *J Dent Res* 2008; 87: 757-61.
19. Weinmann W, Thalacker C, Guggenberger R. Siloranes in dental composites. *Dent Mater* 2005; 21:68-74.



Bolsista: SAMUEL CHOI - **RA:** 105678

Orientador: AMERICO BORTOLAZZO CORRER - **Matrícula:** 296280

Título do Projeto:

Avaliação das propriedades mecânicas de resinas compostas auto-adesivas experimentais

Parecer do Assessor sobre o Relatório Final:

O relatório apresentado pelo bolsista Samuel Choi, RA 105678, compreende o encerramento do projeto de pesquisa desenvolvido durante a vigência da bolsa. O projeto relata o desenvolvimento da metodologia para atingir os objetivos propostos, que foram alcançados de maneira consistente com a proposição do trabalho. A discussão se embasa na interação entre os resultados obtidos e comparação com a literatura, resultando em conclusões que podem ter relevância clínica.

Conclusão do Parecer do Assessor sobre o Relatório Final:

Aprovar (**SIM**)

Reformular (**NÃO**)

Rejeitar (**NÃO**)