

**Daniela Araújo Veloso Popoff**

Avaliação clínica de restaurações reparadas por resina composta à base de silorano: estudo longitudinal randomizado controlado

**DANIELA ARAÚJO VELOSO POPOFF**

**AVALIAÇÃO CLÍNICA DE RESTAURAÇÕES  
REPARADAS POR RESINA COMPOSTA À  
BASE DE SILORANO: ESTUDO  
LONGITUDINAL RANDOMIZADO  
CONTROLADO**

**Faculdade de Odontologia  
Universidade Federal de Minas Gerais  
Belo Horizonte**

**2011**

**2011**

**Daniela Araújo Veloso Popoff**

**AVALIAÇÃO CLÍNICA DE RESTAURAÇÕES  
REPARADAS POR RESINA COMPOSTA À BASE DE  
SILORANO: ESTUDO LONGITUDINAL  
RANDOMIZADO CONTROLADO**

**Tese apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Odontologia – área de concentração em Clínica Odontológica.**


**Orientador: Prof. Dr. Allyson Nogueira  
Moreira**

**Co-Orientadora: Prof. Dra. Cláudia Silami de  
Magalhães**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
FACULDADE DE DONTOLOGIA  
Programa de Pós-Graduação em Odontologia

Tese intitulada "*Comportamento clínico de reparos em restaurações de resina composta: estudo longitudinal randomizado controlado*", área de concentração em **Clínica Odontológica**, apresentada por **Daniela Araújo Veloso Popoff**, para obtenção do grau de **Doutor em Odontologia**, **APROVADA** pela Comissão Examinadora constituída pelos seguintes professores:

  
Dr. Allyson Nogueira Moreira  
FO-UFMG - Orientador


  
Dra. Cláudia Siami de Magalhães  
FO-UFMG - Co-Orientadora

  
Dra. Lia Silva de Castilho  
FO-UFMG

  
Dra. Tulimar Machado Cornacchia  
FO-UFMG

  
Dra. Raquel Conceição Ferreira  
UNIMONTES

  
Dr. André Luís Faria e Silva  
UFS

  
Prof. Dr. Saul Martins de Paiva  
Coordenador do Colegiado do  
Programa de Pós-Graduação em Odontologia

Belo Horizonte, 15 de junho de 2011.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
Faculdade de Odontologia  
Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Odontologia  
Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha  
Belo Horizonte – MG – 31.270-901  
Tel: (31) 3409 2470 Fax: (31) 3409 2472  
Email: posgrad@odonto.ufmg.br



Ata da Comissão Examinadora para julgamento da Tese de Doutorado em Odontologia, área de concentração em **Clínica Odontológica**, da candidata **Daniela Araújo Veloso Popoff**.

Aos 15 de junho de 2011, às 08:00 h, na sala de Pós-Graduação (3403) da Faculdade de Odontologia, reuniu-se a Comissão Examinadora, composta pelos professores Dr. Allyson Nogueira Moreira, Dra. Cláudia Silami de Magalhães, Dra. Lia Silva de Castilho, Dra. Tulimar Machado Cornacchia, Dra. Raquel Conceição Ferreira e Dr. André Luís Faria e Silva. O Professor Dr. Allyson Nogueira Moreira, Orientador da Tese, na qualidade de Presidente da sessão, apresentou a Comissão Examinadora e declarou abertos os trabalhos. À candidata foi dado o tempo de até 50 (cinquenta) minutos para fazer a exposição oral sobre o seu trabalho "**Comportamento clínico de reparos em restaurações de resina composta: estudo longitudinal randomizado controlado**". Encerrada a exposição, foi iniciada a arguição, dentro do limite de tempo de 30 (trinta) minutos, pelos Professores Dra. Lia Silva de Castilho, Dra. Tulimar Machado Cornacchia, Dra. Raquel Conceição Ferreira e Dr. André Luís Faria e Silva, com limite de 30 (trinta) minutos para a resposta. Terminadas as arguições, o Presidente suspendeu os trabalhos por 10 minutos para que os examinadores pudessem decidir pelo resultado a ser dado à candidata. A Comissão Examinadora opta pela *aprovada*..... da candidata. Para constar, lavrou-se a presente ata, que vai assinada por mim Dr. Allyson Nogueira Moreira, Presidente e pelos demais membros desta comissão examinadora. Belo Horizonte, 15 de junho de 2011.

*Allyson Nogueira Moreira*

Dr. Allyson Nogueira Moreira  
FO-UFMG – Orientador

*Cláudia Silami de Magalhães*

Dra. Cláudia Silami de Magalhães  
FO-UFMG - Co-Orientadora

*Lia Silva de Castilho*

Dra. Lia Silva de Castilho  
FO-UFMG

*Tulimar Machado Cornacchia*

Dra. Tulimar Machado Cornacchia  
FO-UFMG

*Raquel Conceição Ferreira*

Dra. Raquel Conceição Ferreira  
UNIMONTES

*André Luís Faria e Silva*

Dr. André Luís Faria e Silva  
UFS

Colegiado de Pós-Graduação  
Faculdade de Odontologia de  
UFMG

Confere com o original

15/06/2011

*[Assinatura]*  
ASSINATURA  
Zuleica de Matos Rabelo  
Secretaria do Colegiado do  
Programa de Pós Graduação em Odontologia

**Dedicada a Deus,**

*Bem sei, Senhor, que não é o homem dono do seu destino, e que ao caminhante não lhe assiste o poder de dirigir seus passos.*

Jr 10:23

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus e à Nossa Senhora Rosa Mística, a Quem ofereci meus estudos e meu trabalho e os frutos que deles nascessem. A Quem tenho pedido discernimento, sabedoria, humildade, coragem e paciência. A Quem me responde em todos os momentos com oportunidades e bênçãos.

A Mamãe e Papai - meus espelhos, meus exemplos, minhas melhores experiências, minha força e fé - por todo o amor que me tem e por me fazerem maior que as minhas adversidades.

A Yaroslav, meu esposo, por acreditar em nosso encontro, por seguir comigo e por sonhar os mesmos sonhos.

Aos meus irmãos Valéria e Wagner, pelos exemplos, pela dedicação e verdadeira amizade.

A Ricardo, Rejane, Victor, Gustavo e Guilherme, meus cunhados e sobrinhos, pela torcida, presteza e disponibilidade de sempre.

A Allyson e Cláudia, meus orientadores, pela confiança em mim depositada, pela excelência do trabalho que desempenham e pela generosidade com que compartilham seus conhecimentos.

À Carla Camilo, Manoel Brito Jr., Thalita Santa Rosa, Raquel Ferreira, Lia Castilho, Altair Moura, Raquel e Ruy Muniz, pelo decisivo e contínuo estímulo em todos os momentos dessa jornada.

Aos colegas Rodrigo Caldeira, Belmiro Jr, André Luís Faria, Sérgio Boaventura, Denisar Fonseca, Neilor Braga, Adrienne Calixto e Agnaldo Jr. pela competência com que conduziram nossas atividades em minha ausência.

Aos alunos Isabella Marques, Karina Guimarães, Simone Kawatani, Lana Yamamoto e João Vitor Oliveira, que muito nos ensinam com sua convivência.

Aos pacientes, por terem acreditado em nosso trabalho e, sobretudo, na pesquisa científica.

À Thalita Santa Rosa, Marina Etrusco, Fabiana Gonçalves, Danielle Peluso, G. Guerra, Izabella Mendonça, Pedro Eleutério e Karine Maia, pela eterna amizade.

**Agradecimentos especiais à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG, pelo suporte financeiro a esta pesquisa.**

## RESUMO

**Objetivo:** Este estudo investigou o desempenho clínico de restaurações Classes I e II de resina composta à base de dimetacrilato reparadas por uma resina composta de baixa contração à base de silorano ou por uma resina composta à base de dimetacrilato, em *baseline* e ao longo de 6 e 12 meses. **Materiais e métodos:** Cem restaurações defeituosas de resina composta à base de dimetacrilato foram reparadas neste estudo. Destas, 93 foram examinadas uma semana após terem sido reparadas - *baseline*, 91 após 6 meses e 83 após 12 meses. As restaurações foram alocadas aleatoriamente em dois grupos de tratamento – Controle (n=50): Adper SE Plus 3M /ESPE + Filtek P60 3M /ESPE e Teste(n=50): Sistema adesivo P90 3M /ESPE + Filtek P90 3M /ESPE. Dois examinadores devidamente calibrados ( $Kw = 0,78$ ) fizeram a avaliação das restaurações reparadas de forma cega, independente e por meio de observação direta, tendo sido o estudo mascarado também para os pacientes. Os parâmetros clínicos analisados foram adaptação marginal, forma anatômica, rugosidade de superfície, descoloração marginal, sensibilidade pós-operatória e cárie secundária, sendo as restaurações classificadas em Alfa, Bravo ou Charlie (critérios clínicos USPHS modificados). O teste de Mann-Whitney comparou os materiais testados, para todos os parâmetros clínicos, em *baseline* e após 6 e 12 meses ( $\alpha = 0,05$ ). O teste de Wilcoxon comparou os compósitos entre si em função do tempo – *baseline*, 6 e 12 meses, para os mesmos parâmetros ( $\alpha = 0,05$ ). **Resultados:** A perda amostral neste estudo foi de 9 % em 6 meses e de 17 % em 12 meses. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as resinas Filtek P60 e Filtek P90 quando avaliados os parâmetros supracitados, em *baseline*, em 6 e 12 meses ( $p > 0,05$ ). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os períodos de avaliação quando cada resina foi testada, considerando os mesmos parâmetros ( $p > 0,05$ ). **Conclusões:** Após um ano de avaliações, resinas compostas à base de silorano apresentaram um desempenho clínico semelhante às resinas compostas à base de dimetacrilato quando utilizadas para reparar restaurações de resina composta à base de dimetacrilato. Quando bem planejados, os reparos podem ser um tratamento restaurador alternativo à substituição de restaurações com defeitos localizados, porém clinicamente aceitáveis, preservando estruturas dentais saudáveis, reduzindo custos e tempo clínico.

**Palavras-chave:** resina composta à base de silorano, resina composta à base de dimetacrilato, reparo.



## TITLE:

# Repair of dimethacrylate-based composite restorations using a silorane-based composite: a prospective, randomized clinical trial

## ABSTRACT

**Purpose:** To investigate clinical performance of defective conventional dimethacrylate-based composite resin restorations repaired by a low-shrinkage silorane-based composite or a dimethacrylate-based composite resin, at baseline, 6 and 12 months. **Material and Methods:** One hundred defective dimethacrylate-based composite resin restorations were repaired in this study. From those, 93 were examined at baseline, 91 at 6 months and 83 at 1 year. The restorations were randomly assigned to one of two treatment groups: Control (n = 50) Adper SE Plus, 3M /ESPE + Filtek™ P60 Posterior Restorative, 3M/ESPE and Test (n = 50) Repair with P90 System Adhesive Self-Etch Primer and Bond, 3M/ESPE and Filtek™ P90 Low Shrink Posterior Restorative, 3M/ESPE. Two calibrated examiners ( $Kw \geq 0.78$ ) evaluated all repaired restorations by direct observation, blindly and independently, at baseline, six months and at one year. The parameters examined were marginal adaptation, anatomic form, surface roughness, marginal discoloration, post-operative sensitivity and secondary caries. The restorations were classified as Alpha, Bravo or Charlie (Modified U.S. Public Health Service criteria). Mann-Whitney test compared the materials tested, for all clinical criteria, at baseline and at 6 and 12 months ( $\alpha = 0.05$ ). Wilcoxon test compared each material independently, for the same criteria, at baseline, and at 6 and 12 months ( $\alpha = 0.05$ ). **Results:** Drop-out in this study was about 9% after 6 months and 17% after 12 months. No statistically significant differences were found between the materials for all clinical criteria, at baseline and at 6 and 12-month recalls ( $p > 0.05$ ). No statistically significant differences were found between the examination periods, when each composite resin was tested, for all clinical criteria ( $p > 0.05$ ). **Conclusions:** After one-year evaluations, silorane-based composites exhibited a similar performance compared to dimethacrylate-based composites when used for making repairs. When properly planned, repairs may be an alternative restorative treatment to replacement of defective restorations with localized defects, but clinically acceptable, preserving healthy tooth structure, reducing costs and clinical time.

**Descriptors:** Silorane-based resin composite, dimethacrylate-based resin composite, repair.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fórmula 1- Comparação entre proporções.....	27
Quadro 1- Critérios clínicos United States Public Health Service – USPHS modificado.....	28
Quadro 2- Protocolo clínico do procedimento de reparo.....	30
Quadro 3- Materiais: composição química e fabricantes .....	30
Quadro 4- Classificação dos valores do índice Kappa de acordo com Landis e Koch (1977).....	31
Figura 1 – Fluxo de pacientes e perda amostral durante a pesquisa .....	33

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Frequência relativa de restaurações segundo material restaurador, níveis dos parâmetros clínicos e momento de avaliação .....34
- Tabela 2 - Comparação entre os materiais restauradores, em cada um dos tempos de avaliação e para cada uma dos parâmetros clínicos.....34
- Tabela 3 - Comparação entre os momentos de avaliação para cada uma das resinas e dos parâmetros clínicos.....35

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BisGMA -	Bisfenol - A Glicidil Metacrilato
Bis EMA -	Bisfenol Etoxilato Dimetacrilato
COEP -	Comitê de Ética e Pesquisa
DNA -	Ácido desoxirribonucléico
EUA -	Estados Unidos da América
FAPEMIG -	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais
FUNORTE -	Faculdades Integradas do Norte de Minas
HEMA -	Hidroxetil Metacrilato
IL -	Illinois
IPV -	Índice de placa visível
MG-	Minas Gerais
MHP -	Fosfato Metacrilato
MN -	Minnessota
PASW -	Predictive Analytics SoftWare
RJ -	Rio de Janeiro
SOEBRAS -	Associação Educativa do Brasil
SPSS -	Statistical Package for the Social Sciences
St. -	Saint
TMPTMA -	Trimetilolpropano Trimetacrilato
UDMA -	Uretano Dimetacrilato
UFMG -	Universidade Federal de Minas Gerais
UNIMONTES -	Universidade Estadual de Montes Claros
USA -	United States of America
USPHS -	United States Public Health Service
VPI -	Visible plaque index

## LISTA DE SÍMBOLOS

Kw -	Kappa ponderado
mim -	Minuto
mm-	Milímetro
mW/cm <sup>2</sup> -	Miliwatt pór centímetro quadrado
n -	Número amostral
<i>p</i> -	Probabilidade
s -	Segundo
Sec -	Second
% -	Porcento
= -	Igual
>-	Maior que
≥ -	Maior ou igual a
+ -	Mais
™_	Marca do produto
® -	Marca registrada
# -	Numeração

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>17</b>
2.1	Compósitos .....	17
2.2	Compósitos à base de Silorano .....	18
2.3	Reparos .....	24
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>26</b>
3.1	Desenho do estudo .....	26
3.2	Grupos de tratamento .....	28
3.3	Métodos do estudo .....	31
3.4	Análise estatística .....	
31		
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>33</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>36</b>
5.1	Artigo I .....	36
5.2	Artigo II .....	60
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>82</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>83</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>86</b>

## 1- INTRODUÇÃO

A demanda por restaurações estéticas, o desenvolvimento de novos sistemas adesivos e sistemas de polimerização, bem com a melhoria das propriedades físicas e químicas dos compósitos diretos, fez com que o uso desses se tornasse rotineiro, ganhando popularidade entre os pacientes também para a restauração de dentes posteriores.<sup>1-5</sup> No entanto, apesar da evolução sofrida pelos compósitos modernos, duas características ainda requerem aprimoramento: a contração de polimerização e as tensões geradas pela polimerização,<sup>6-9</sup> e estudos sobre geração de tensões e forças com características para analisar as propriedades mecânicas dos compósitos sinalizam para uma mudança no monômero como o caminho mais promissor para minimizar os efeitos da contração.<sup>7-12</sup>

Um sistema recentemente disponibilizado no mercado utiliza um monômero de natureza hidrófoba - o silorano, que deriva da combinação dos componentes básicos dos grupos epóxicos siloxanos e oxiranos. Siloxanos são conhecidos por sua hidrofobia, enquanto os oxiranos são conhecidos por sua baixa contração e estabilidade diante de influências físicas e químico-físicas.<sup>8,13</sup> Enquanto resinas convencionais à base de dimetacrilato polimerizam por uma reação de adição iniciada por radicais livres, a polimerização do silorano ocorre através da reação catiônica de abertura de um anel, resultando em menor contração de polimerização.

Estudos laboratoriais têm comparado esses novos compósitos àqueles à base de dimetacrilato, revelando para o silorano uma menor contração de polimerização, maior estabilidade à luz ambiente, mais baixa sorção e solubilidade em água e menor coeficiente de difusão.<sup>7,10,14,15</sup> Outros parâmetros

como módulo de elasticidade, resistência à flexão e biocompatibilidade em testes toxicológicos são comparáveis aos dos compósitos à base de dimetacrilato.<sup>7,10,15</sup>

O controle da contração e das tensões geradas pela polimerização influenciam positivamente a integridade marginal das restaurações. Por outro lado, margens imperfeitas constituem uma importante causa de substituição das restaurações.<sup>6</sup> A substituição total é o tratamento mais comumente adotado para restaurações diagnosticadas como defeituosas. Entretanto, na maioria das vezes, a medida da qualidade das restaurações é feita de forma subjetiva e mínimos desvios do ideal têm determinado a substituição sistemática de restaurações clinicamente aceitáveis.<sup>16,17</sup>

À exceção dos casos de fratura da estrutura da resina, profundo manchamento da interface resina/dente e cárie secundária, a remoção total é tida como indesejável e inapropriada.<sup>2,4</sup> Assim, tendo-se em vista as atuais tendências por condutas clínicas mais conservadoras, vários estudos têm sugerido a substituição parcial da restauração, ou seja, o seu reparo.<sup>2,4,16-18</sup> Tal procedimento, minimamente invasivo, permite conservar o que está convenientemente restaurado sem sacrifícios de estruturas dentais sadias remanescentes e implica na adição de material restaurador após a remoção do defeito, havendo ou não preparo em material restaurador e/ou tecidos dentais duros.<sup>19</sup>

Estudos clínicos têm demonstrado que, quando bem planejados, os reparos são de simples confecção e podem aumentar a longevidade clínica das restaurações.<sup>16,17,20,21</sup> Apesar das limitações dos estudos *in vitro*, seus resultados também são encorajadores quando variáveis como diferentes



compósitos, agentes de união, fontes de luz, técnicas incrementais e tratamentos de superfície são avaliadas através de diferentes testes laboratoriais.<sup>2,4,22</sup>

Diante dessas considerações, torna-se oportuno conhecer os materiais odontológicos atualmente disponíveis para a confecção de reparos e mesmo avaliar o desempenho clínico desse tipo alternativo de tratamento restaurador. Como os estudos laboratoriais são limitados em prever condições clínicas em curto e longo prazos, e por não terem sido encontrados estudos clínicos controlados que tenham trabalhado a hipótese de que uma resina composta de baixa contração (silorano) apresentaria desempenho similar às resinas convencionais quando usadas para reparar restaurações de resina, a presente pesquisa objetivou fazê-lo. Os resultados desta investigação poderiam colaborar na construção do corpo de evidência científica para justificar ou não a inclusão da resina de silorano ao arsenal terapêutico da Odontologia como material de reparo, justificando a presente proposta.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Compósitos

Durante os anos 50 e início dos 60, Bowen (1958)<sup>23</sup> modificou a molécula do Bisfenol-A, associando-a a radicais metacrilatos, e assim sintetizou o Bisfenol-A Glicidil Metacrilato (Bis-GMA). Esta resina mostrou menor contração de polimerização e maior estabilidade térmica com menor tempo de cura, apresentando propriedades favoráveis ao seu uso como material restaurador. No desenvolvimento desse produto, Bowen (1963)<sup>24</sup> incorporou pó de quartzo ao Bis-GMA, prática que vinha sendo empregada em resinas acrílicas para restaurações, passando também a tratar a superfície dessas partículas com um silano para promover a união química entre as partículas de carga e a matriz resinosa, aumentando sua resistência.

Atualmente, as resinas compostas têm sido largamente utilizadas em odontologia restauradora e na última década ganharam popularidade entre os pacientes também para a restauração de dentes posteriores.<sup>1,2,22,25</sup> A demanda por restaurações estéticas, o desenvolvimento de novos sistemas adesivos e sistemas de polimerização, bem com a melhoria das propriedades físicas e químicas dos compósitos diretos, fez com que o uso desses se tornasse rotineiro,<sup>1-5,25</sup> em especial por apresentarem vantagens em relação às restaurações indiretas tais como, custo e tempo clínico reduzidos, preparos menos invasivos e pela redução da microinfiltração dada pelos agentes adesivos à dentina e ao esmalte.<sup>5</sup>

No entanto, apesar da evolução que conferiu aos compósitos modernos uma maior resistência mecânica e resistência ao desgaste, maior estabilidade na cavidade bucal, além de uma ótima estética, duas características ainda

requerem aprimoramento: a contração e as tensões geradas pela polimerização.<sup>6-9</sup>

Até o momento, as principais estratégias utilizadas para controlar a contração de polimerização têm sido a adoção de técnicas clínicas como a inserção incremental e o controle da velocidade de polimerização. Os fabricantes, por outro lado, têm tentado alcançar a redução da contração volumétrica, aumentando o conteúdo de partículas de carga. Contudo, a contração intrínseca do compósito permanece um desafio, e mudar o monômero parece ser o caminho mais promissor para minimizar os efeitos da contração.<sup>7-12</sup>

## **2.2 Compósitos à base de silorano**

Um sistema recentemente disponibilizado no mercado utiliza uma resina de natureza hidrófoba, o silorano, que deriva da combinação dos componentes básicos dos grupos epóxicos siloxanos e oxiranos. Siloxanos são conhecidos por sua hidrofobia, enquanto os oxiranos são conhecidos por sua baixa contração e estabilidade diante das influências físicas e químico-físicas<sup>6</sup>. Enquanto resinas convencionais à base de dimetacrilato polimerizam por uma reação de adição iniciada por radicais livres, o processo de polimerização do silorano ocorre através da reação catiônica de abertura de um anel aromático que resulta em menor contração de polimerização. Seu sistema iniciador é composto de canforoquinona, sais de iodônio e doadores de elétrons.<sup>7</sup>

Os novos compósitos à base de silorano caracterizam-se por sua distinta polimerização, capaz de reduzir as tensões geradas pela polimerização. A matriz do silorano é formada por um anel que se abre quando uma reação catiônica induz a polimerização dos monômeros de silorano. A molécula

silorano é híbrida e formada em parte pela estrutura do siloxano e em parte pela estrutura do oxirano. A introdução do silorano abre novos horizontes na busca pela redução das tensões geradas pela polimerização e pelo equilíbrio das tensões volumétricas causadas pela contração de polimerização.<sup>8</sup>

Em um estudo no qual um compósito à base de silorano foi comparado a materiais à base de metacrilato, o compósito à base de silorano revelou a menor contração de polimerização entre os compósitos testados, com uma contração volumétrica de 0,94% (método do disco aderido) e 0,99% do volume (método de Arquimedes). A estabilidade à luz ambiente dos materiais à base de silorano foi maior (10 min) que dos outros compósitos à base de metacrilato (55-90 s). A química de anéis abertos do silorano permitiu valores de contração volumétrica menores que 1%. Parâmetros mecânicos como módulo de elasticidade e resistência à flexão foram comparáveis aos dos já bem aceitos compósitos à base de metacrilato.<sup>7</sup>

A contração de polimerização ainda é uma grande preocupação e apesar de as resinas compostas serem o material de escolha para a maioria das restaurações, sua contração de polimerização permanece um problema. A tensão de contração associada à contração de polimerização pode causar a desunião da interface resina composta/dente e pode contribuir para a sensibilidade pós-operatória, trincas de esmalte, lesões de cáries recorrentes, pigmentação marginal e a eventual falha da restauração.<sup>26</sup>

Testes de contração de polimerização foram conduzidos e mostraram que a resina Filtek P90 tem uma contração significativamente menor do que compósitos metacrilatos convencionais testados, independente do método usado. As formas mais comuns para medir a contração de polimerização são o

método de discos aderidos, conhecido com o método Watts e o método Archimedes que foi recentemente desenvolvido para um padrão alemão. O método Watts resulta em baixos valores de contração uma vez que apenas a contração linear do disco de resina aderido é medida e então convertida em % do volume. Já o método Archimedes mede a real contração do volume de acordo com o princípio da flutuação de corpos. Dessa forma, ambos os métodos mostram uma correlação.<sup>9</sup>

A tensão de contração pode ser medida pelo método de investigação fotoelástica. Amostras de resina foram aderidas à uma placa de Araldite® foram fotopolimerizadas usando luz halógena. As forças de tensão induzidas pela tensão de polimerização da resina à placa podem ser visualizadas como anéis isocromáticos em um microscópio de polarização. A tensão de polimerização foi calculada desde o diâmetro dos primeiros anéis isocromáticos, após 4 minutos e novamente após 24 horas de exposição. Os resultados revelam que a resina Filtek P90 gerou os menores valores de tensão de polimerização entre todas as resinas compostas testadas. Adicionalmente, todos os materiais metacrilatos continuaram gerando tensão: os valores medidos após 24 horas foram sempre maiores do que após 5 minutos. A resina à base de silorano foi o único material que manteve o mesmo baixo valor de tensão de polimerização observado após 5 minutos e não continuou a gerar tensão.<sup>27</sup>

A fotopolimerização de um protótipo de um sistema contendo oxiranos/poliol mostrou-se útil para o desenvolvimento de compósitos dentais. Resultados favoráveis obtidos com os novos compósitos indicam que a fórmula oxirano/poliol pode ser utilizada para o desenvolvimento de compósitos dentais

com propriedades mecânicas e biocompatibilidade aceitáveis. Entretanto, a análise de extratos obtidos a partir de períodos de incubação mais longos são necessárias para estabelecer conclusões finais sobre os componentes lixiviáveis do oxirano.<sup>10</sup>

As diferenças nas propriedades físicas e mecânicas exibidas pelas resinas compostas de baixa contração comparadas às convencionais à base de metacrilato podem contribuir para o sucesso clínico do material. Quando investigados o efeito da absorção de água e solubilidade em água nas propriedades mecânicas de dois metacrilatos (Filtek Z250 e Z100), um oxirano experimental (OXI) e um silorano (SIL), em curto e médio prazos de imersão, os compósitos com silorano exibiram sorção de água, solubilidade e coeficiente de difusão significativamente menores, em cada período de imersão.<sup>14</sup>

O desenvolvimento de compósitos de baixa contração pode ainda oferecer uma redução na tensão de polimerização gerada na interface dente restauração em comparação com as resinas de metacrilato. Quando avaliados, *in vitro*, a deflexão das cúspides e a microinfiltração em cavidades restauradas com resinas experimentais de oxirano (EXL596) e silorano (H1), e resinas de metacrilato (Filtek Z250 e Z100), a menor deformação das cúspides e microinfiltração foram registradas por cavidades restauradas com H1, sendo essas características vantajosas em termos de integridade marginal, em comparação com a Filtek Z250. No entanto, como a diferença na microinfiltração entre a H1 e Z100 não foi significativa, uma redução apenas modesta nos efeitos deletérios da tensão gerada pela polimerização foi registrada.<sup>22</sup>

A consequência clínica da alta tensão de polimerização e contração de polimerização é o deslocamento de cúspides, que pode resultar em dano à estrutura hígida do dente como trincas no esmalte e hipersensibilidade induzida por tensão. Em um estudo em que a interferometria eletrônica foi utilizada para medir a deformação do dente em resposta à polimerização de cinco resinas compostas de baixa contração de polimerização, concluiu-se que a resina tipo *flow* não provocou deformação significativamente maior do que uma resina convencional híbrida. Porém, o material experimental à base de silorano induziu o dente a uma menor deformação.<sup>29</sup>

Um estudo comparou as propriedades de uma resina à base de silorano (Sil-Mix, 3M-ESPE), uma mistura de SIL-Mix com um monômero redutor da tensão (TOSU), e como controles uma resina de Bis-GMA / TEGDMA e o compósito (Filtek Z250, 3M ESPE). Foram medidas as mudanças de volume na polimerização e a tensão de polimerização nas amostras. Foram determinados também o módulo de elasticidade, a resistência à fratura e à resiliência. Os valores da tensão de polimerização para resinas contendo TOSU foram significativamente menores do que os valores dos outros materiais. Os valores de contração de polimerização para as formulações de Sil-Mix não diferiram entre si e foram significativamente menores que os padrões de metacrilato. Formulações contendo TOSU apresentaram, em geral, algumas propriedades mecânicas inferiores às Sil-Mix ou aos metacrilatos. Os valores de tensão de polimerização para compósitos à base de Sil-Mix foram significativamente menores em comparação com a Z250. O compósito com TOSU (1%) apresentou a menor tensão de polimerização. Nenhuma diferença entre os grupos de compósitos foi notada para tenacidade de fratura ou fratura ao

trabalho. Por último, os compósitos com TOSU (5%) diferiram significativamente da Z250. Todas as formulações de Sil-Mix apresentaram módulos de elasticidade significativamente menores que a Z250. A capacidade do TOSU para reduzir a tensão de polimerização sem uma proporcional redução das propriedades mecânicas fornece uma base para a melhoria dos compósitos à base de silorano.<sup>10</sup>

O potencial reativo e as propriedades estruturais dos oxiranos (epóxidos) são vantagens a serem consideradas quando se idealiza um polímero. No entanto, compostos epoxídicos são amplamente conhecidos por terem propriedades genotóxicas. Em um estudo objetivando avaliar a citotoxicidade e a genotoxicidade (danos ao DNA) induzidos por oxiranos e siloranos, os achados reforçaram relatos anteriores nos quais os siloranos têm um baixo potencial genotóxico e podem ser componentes adequados para o desenvolvimento de biomateriais.<sup>30</sup>

Um recente estudo clínico avaliou a adaptação marginal de um novo compósito à base de silorano comparando-o com um compósito à base de metacrilato. A hipótese testada foi a de que a reduzida contração do silorano melhoraria a adaptação marginal das restaurações confeccionadas com esse material. As restaurações incluídas neste estudo foram avaliadas em *baseline* e após um ano. Em *baseline*, não houve diferença estatística significativa entre o desempenho clínico de ambos os materiais. Apesar de as comparações estatísticas terem demonstrado uma melhor performance do compósito à base de metacrilato ( $p = 0,01$  e  $p < 0,01$ ) para adaptação marginal nas avaliações de um ano, o baixo valor do índice de concordância Kappa (32%) reflete a dificuldade de mensurar adaptação marginal clinicamente. Desta forma, a



reduzida contração de polimerização demonstrada em laboratório não foi clinicamente significativa.<sup>31</sup>

Outro estudo clínico avaliou a durabilidade de uma resina composta de baixa contração desenvolvida com o atrativo de reduzir a geração de forças nas restaurações confeccionadas com resinas compostas diretas. Como controle foi utilizada uma resina composta convencional híbrida. Para ambos os grupos um sistema adesivo autocondicionante foi empregado. As restaurações deste estudo foram avaliadas ao longo de 5 anos. Os achados deste estudo mostraram que a resina composta de baixa contração apresentou boa durabilidade, porém não diferente estatisticamente do grupo controle. As restaurações falharam, em sua maioria, nos anos finais do estudo e a maior causa das falhas foi a cárie secundária.<sup>32</sup>

### **2.3 Reparos**

Entende-se por reparo um recurso restaurador alternativo que possibilita a recuperação de uma restauração já existente, ou mesmo a remoção de parte de uma restauração com falhas localizadas e o reparo destas.<sup>22, 33</sup>

O reparo é um método minimamente invasivo, que implica a adição de do material restaurador após a remoção do defeito, não sendo invasivo, com ou sem preparo no material restaurador e / ou tecidos dentais duros<sup>19</sup>.

Tal procedimento permite conservar o que está convenientemente restaurado sem sacrifícios de estruturas dentais sadias remanescentes, evitando ainda que o novo preparo cavitário seja aumentado, assim como o tamanho da nova restauração.<sup>2,22,17,18</sup>

De simples confecção, os reparos provêm também um aumento da longevidade clínica das restaurações, o que atende às necessidades dos

pacientes que, nos últimos cinquenta anos, vivem um aumento de sua expectativa de vida, necessitando de restaurações que possam servi-los por mais tempo.<sup>16,33</sup>

Apesar de estudos sobre reparos em resina composta terem sido largamente publicados, essa técnica não é comumente considerada para o tratamento de restaurações com defeitos localizados, mas clinicamente aceitáveis. Ao contrário, essas são usualmente substituídas e muitas vezes a referida técnica nem mesmo é ensinada nas escolas norte-americanas.<sup>16</sup>

Uma explicação para isso estaria na falta de estudos em longo prazo que proveriam suporte para o uso dos reparos como uma alternativa às substituições.<sup>17</sup>

Os resultados de um estudo clínico de três anos avaliando a efetividade de tratamentos alternativos à substituição total de restaurações defeituosas classes I e II de resina composta e de amálgama levam a concluir que o reparo, assim como outras formas de intervenção minimamente invasivas, são procedimentos conservadores e simples, capazes de aumentar a longevidade das restaurações de resina composta e de amálgama, uma vez que a maior parte das restaurações do referido estudo mantiveram suas características clínicas após um período de três anos sendo avaliadas.<sup>20</sup>

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Desenho do estudo

O presente estudo, aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (ETIC 0546.0.203.000-09) tratou-se de um ensaio clínico prospectivo controlado randomizado, cuja unidade experimental foi a restauração reparada. A variável resposta, qualitativa categórica ordinal, foi cada um dos seguintes critérios clínicos: adaptação marginal, forma anatômica, rugosidade de superfície, descoloração marginal, sensibilidade pós-operatória e cárie secundária, a partir dos quais as restaurações foram classificadas como Alfa, Bravo ou Charlie<sup>16</sup> (Quadro 1).

Participaram desta pesquisa, pacientes recrutados dentre aqueles que comparecem rotineiramente às clínicas odontológicas das faculdades de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte - MG e das Faculdades Unidas do Norte de Minas – FUNORTE/SOEBRAS, Montes Claros – MG.

Para o cálculo do tamanho da amostra (n), foi considerada uma diferença de 50% entre os tipos de tratamento. Essa variação foi adotada porque dados sobre a performance dos compósitos à base de silorano como material de reparo para restaurações defeituosas de resina composta à base de dimetacrilato ainda não estão disponíveis na literatura.<sup>35</sup>

Considerando tal diferença, um poder de estudo  $(1 - \beta) = 0,90$  e um erro tipo I  $(\alpha) = 0,05$ , um  $(n) = 19$  unidades amostrais em cada grupo de teste foi encontrado.

$$n = \frac{\{z_{1-\alpha/2} \sqrt{2\bar{p}(1-\bar{p})} + z_{\beta} [\sqrt{p_1(1-p_1)} + \sqrt{p_2(1-p_2)}]\}^2}{d^2}$$

Fórmula 1. Comparação entre proporções

Um acréscimo de 30% sobre o primeiro cálculo, relativo às perdas, foi estabelecido, totalizando 25 unidades amostrais em cada grupo. Todavia, para evitar que as possíveis perdas diminuíssem ainda mais o número de unidades amostrais estudadas, o último valor foi dobrado, finalizando 50 unidades amostrais em cada grupo ( $n = 50$ ).

Os **critérios para a inclusão dos pacientes** neste estudo foram: ser maior de 18 anos; não possuir qualquer contra-indicação para tratamentos odontológicos; possuir restaurações classes I ou II de resina composta, de no máximo média profundidade, com defeitos oclusais, porém livres de cárie segundo exames clínico e radiográfico interproximal, enquadradas no escore Bravo em no mínimo um dos seguintes critérios: adaptação marginal, forma anatômica, descoloração marginal e rugosidade de superfície. Os **critérios para exclusão dos pacientes** foram estar acometido por xerostomia ou estar em uso de algum medicamento que, comprovadamente, reduza o fluxo salivar de forma significativa e possuir um índice de placa visível (IPV)  $\geq 30\%$  no ato da confecção dos reparos. Os **critérios para a exclusão dos dentes** da pesquisa foram possuir restaurações defeituosas inaceitáveis para receber reparo (escore Charlie) em pelo um dos critérios avaliados, não possuir dentes antagonistas e apresentar exposição radicular.

Quadro1- Critérios clínicos USPHS modificados

CRITÉRIOS	ESCORES	DESCRIÇÃO DOS CRITÉRIOS
ADAPTAÇÃO MARGINAL	ALFA (A)	Restauração adaptada intimamente às estruturas dentárias. Não há fendas visíveis.
	BRAVO (B)	Há fendas visíveis em que a sonda exploradora pode penetrar. Não há exposição de dentina.
	CHARLIE (C)	A sonda exploradora penetra na fenda, a qual expõe dentina ou materiais de base.
FORMA ANATÔMICA	ALFA (A)	Forma anatômica ideal.
	BRAVO (B)	Restauração com sub-contorno, sem exposição de dentina ou materiais de base.
	CHARLIE (C)	Restauração com sub-contorno, com exposição de dentina ou materiais de base. Forma anatômica insatisfatória. Necessita de substituição.
DESCOLORAÇÃO MARGINAL	ALFA (A)	Sem descoloração marginal.
	BRAVO (B)	Mínima descoloração marginal, sem manchamento em direção pulpar. Visível apenas com uso de espelho bucal e à luz do refletor.
	CHARLIE (C)	Profunda descoloração marginal, com manchamento em direção pulpar. Visível a uma distância de 60-100 cm.
RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE	ALFA (A)	Tão liso quanto o esmalte circundante.
	BRAVO (B)	Mais rugoso que o esmalte circundante. Porém essa condição é passível de melhora ao acabamento.
	CHARLIE (C)	Muito rugoso, podendo tornar-se antiestético ou reter biofilme. Essa condição não é passível de melhora ao acabamento.
SENSIBILIDADE PÓS-OPERATÓRIA	ALFA (A)	Nenhuma sensibilidade pós-operatória.
	BRAVO (B)	Sensibilidade pós-operatória a curto prazo e tolerável.
	CHARLIE (C)	Sensibilidade pós-operatória a longo prazo e intolerável. A restauração necessita de substituição.
CÁRIE SECUNDÁRIA	ALFA (A)	Nenhuma lesão de cárie ativa está presente.
	CHARLIE (C)	Presença de cárie ativa e em contato com restauração.

Fonte: Gordan *et al.*, (2006).

### 3.2 Grupos de tratamento:

Um mesmo cirurgião-dentista, distinto dos examinadores, reparou todas as restaurações objetivando minimizar variabilidades técnicas seguindo o protocolo exposto no Quadro 2. As áreas defeituosas das restaurações foram preparadas por pontas diamantadas esféricas (1010 a 1014 - KG SORENSEN, São Paulo, SP, Brasil, a depender da extensão do defeito) em alta velocidade e sob refrigeração ar/água, começando pela porção do material restaurador adjacente ao defeito e assim asperizando o substrato resinoso. Para a conclusão do tratamento de superfície, cada restauração, sob isolamento absoluto, foi então condicionada/limpa com

ácido fosfórico a 37% (Magic Acid Gel - VIGODENT COLTENE). Em seguida, as restaurações foram aleatoriamente reparadas por um dos dois grupos de tratamento - Controle e Teste - da seguinte forma: um sorteio foi feito para determinar por qual dos grupos de tratamento a restauração seria reparada. Ao se completar 50 sorteios para um mesmo grupo, todas as demais restaurações foram reparadas pelo outro grupo. Os pacientes foram informados dos sorteios mas não de seus resultados.

- **Grupo Controle (n=50)** - sistema adesivo autocondicionante (Adper SE Plus, 3M /ESPE, St. Paul, MN, EUA) + resina composta convencional à base de dimetacrilato (Filtek P60 Posterior Restorative, 3M/ESPE, St. Paul, MN, EUA);
- **Grupo teste (n=50)** - sistema adesivo autocondicionante (P90 System Adhesive Self-Etch Primer and Bond, 3M/ESPE, St. Paul, MN, EUA) + resina composta de baixa contração à base de silorano (Filtek P90 Low Shrink Posterior Restorative, 3M/ESPE, St. Paul, MN, EUA) (Quadro 3).

Todos os materiais restauradores empregados neste estudo foram utilizados segundo expressas recomendações de seus fabricantes.

Quadro 2: Protocolo clínico do procedimento de reparo.

Repair Procedure	Filtek™ P90 / P90 System adhesive	Filtek™ P60 / Adper™ SE Plus
Removal of restorative material from the defective area with spherical diamond burs # 1010 -1014 (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brazil)	x	x
Rubber dam	x	x
Etching of enamel with 37% Phosphoric acid for 15 sec.	x	x
Rinse the acid with water and air dried	x	x
Removal of excess water with absorbent paper	x	x
Aplication of self etching primer for 15 sec.	x	
Aplication of Liquid A ( Adper™ SE Plus) for 10 sec.		x
Light cured for 10 sec.	x	
Adhesive application with disposable brush	x	
Aplication of Liquid B (Adper™ SE Plus) for 20 sec.		x
Aplication of hydrophobic layer		x
Light cured for 10 sec	x	x
Insertion of 2 mm of maximum thickness horizontal increments and resin sculpture	x	
Insertion of 2 mm of maximum thickness oblique increments and resin sculpture		x
Light curing (600mW/cm <sup>2</sup> )	40 seconds	20 seconds
Removal of excess restorative material with a scalpel blade #15	x	x
Finishing with #9714FF bur (KG Sorensen, Rio de Janeiro, RJ, Brazil)	x	x
Polishing with Enhance System (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brazil) – one week after repair procedures.	x	x

Quadro 3: Materiais: composição química e fabricantes

Material	Composição química	Fabricantes
Magic Acid Gel	Ácido fosfórico a 37%	VIGODENT/COLTENE
Adper™ SE Plus Adesivo Autocondicionante - Líquido A	Água, HEMA, surfactante, corante rosa	3M/ESPE
Adper™ SE Plus Adesivo Autocondicionante - Líquido B	UDMA, TEGMA, TMPTMA, HEMA, MHP, Zircônia, Canforoquinona	3M/ESPE
Filtek P60	<b>Matriz:</b> UDMA, TEG-DMA, BIS-EMA; <b>Carga:</b> Silica/Zircônia; <b>Sistema Iniciador:</b> Canforoquinona	3M/ESPE
Sistema Adesivo P90 - Primer Autocondicionante	Metacrilatos fosfatados, copolímero Vitrebond™, Bis-GMA, HEMA, água, etanol, sílica silanizada, iniciadores e estabilizadores.	3M/ESPE
Sistema Adesivo P90 - Adesivo	Monômero bifuncional hidrofóbico 3M/ESPE, Monômeros ácidos, sílica silanizada, iniciadores e estabilizadores.	3M/ESPE
Filtek P90	<b>Matriz:</b> Silorano; <b>Carga:</b> Quartzo, Fluoreto de ítrio; <b>Sistema Iniciador:</b> Canforoquinona, sais de iodônio e doadores de elétrons; estabilizadores e pigmentos	3M/ESPE

### 3.3 Métodos do estudo:

As restaurações foram examinadas 1 semana (*baseline*) após terem sido reparadas, após 6 meses e após 1 ano. Dois cirurgiões-dentistas procederam com as avaliações de forma cega, independente e através de observação direta, usando um espelho bucal plano e sonda exploradora modelo OMS, sob iluminação artificial. A relação entre a estatística Kappa e a força de concordância entre dois juízes podem ser classificadas entre “pobre” e “quase perfeita”, conforme descrito na tabela 4. Exercícios de calibração revelaram índices substanciais de força de concordância intra e inter-examinadores ( $Kw \geq 0,78$ ). Se, todavia, alguma discordância fosse detectada durante as avaliações, os examinadores reavaliavam a restauração reparada e, juntos, chegavam a uma decisão final. Os parâmetros avaliados foram adaptação marginal, forma anatômica, rugosidade de superfície, descoloração marginal, sensibilidade pós-operatória e cárie secundária (critérios de avaliação clínica USPHS modificados).

Quadro 4. – Classificação dos valores do índice de Kappa de acordo com Landis e Koch (1977).

Estatística Kappa	Força de concordância
< 0,00	Pobre
0,00 - 0,20	Leve
0,21 - 0,40	Regular
0,41 - 0,60	Moderada
0,61 - 0,80	Substancial
0,81 - 1,00	Quase perfeita

### 3.4 Análise estatística

Para o tratamento dos dados, bem como para as análises estatísticas, foi utilizado um *software* estatístico (PASW 17.0.1 for Windows, SPSS, Chicago, IL, EUA). O teste de Mann-Whitney comparou os materiais testados, para todos os parâmetros clínicos, em *baseline*, 6 meses e após 1 ano ( $p = 0,05$ ). O teste de Wilcoxon foi empregado para comparar os compósitos entre

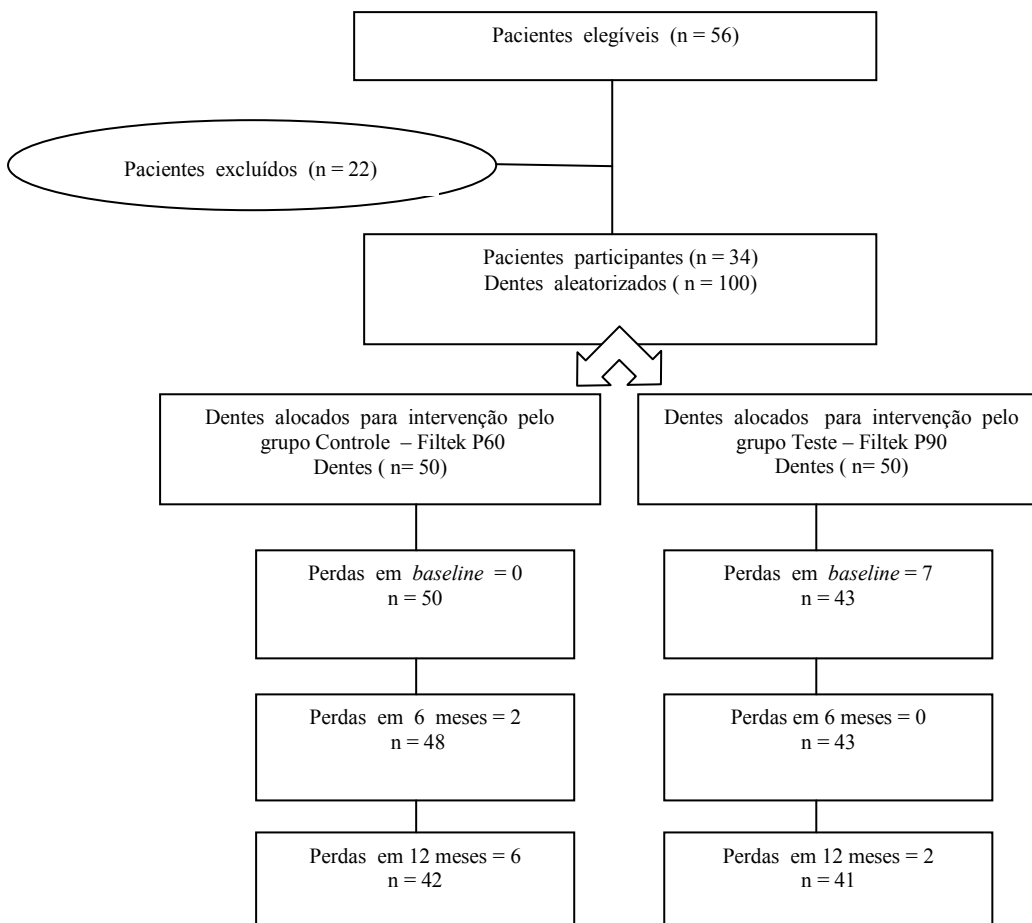


si em função do tempo – *baseline* , 6 meses e 1 ano, em todos os parâmetros clínicos ( $p = 0,05$ ).

## 4. RESULTADOS

Cinquenta e seis pacientes com idades entre 18 e 56 anos de idade foram alocados para participar desta pesquisa. As principais causas de falhas nas restaurações eleitas para reparo foram defeitos marginais (81%) e falha anatômica (19%). Das 100 restaurações reparadas, 93 (50 Filtek P60 e 43 Filtek P90) foram avaliadas em *baseline*. Destas, 91 foram reavaliadas após 6 meses (48 Filtek P60 e 43 Filtek P90) e 83 após 1 ano (42 Filtek P60 e 41 Filtek P90). A perda amostral neste estudo foi de 17% ao longo de 12 meses (Figura 1).

Figura 1. Fluxo de pacientes e perda amostral durante a pesquisa



A tabela 1 demonstra a frequência de restaurações reparadas classificadas como Alfa e Bravo, de acordo com o material restaurador, para cada critério clínico, em *baseline*, 6 meses e em 1 ano de avaliações. A maioria das restaurações foi classificada como Alfa. Nenhuma restauração foi classificada como Charlie. A tabela 2 sintetiza a comparação entre os materiais testados, para todos os critérios clínicos, em *baseline*, 6 meses e após 1 ano. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada ( $p>0,05$ ).

Tabela 1. Frequência relativa de restaurações segundo material restaurador, níveis dos parâmetros clínicos e momento de avaliação.

		P60			P90		
		<i>Baseline</i>	6 meses	12 meses	<i>Baseline</i>	6 meses	12 meses
Adaptação marginal	Alfa	94	95,8	95,2	100	100	100
	Bravo	6	4,2	4,8	0	0	0
Forma anatômica	Alfa	98	97,9	95,2	88,4	88,4	87,8
	Bravo	2	2,1	4,8	11,6	11,6	12,2
Rugosidade de superfície	Alfa	80	75	71,4	65,1	69,8	63,4
	Bravo	20	25	28,6	34,9	30,2	36,6
Descoloração marginal	Alfa	98	100	100	100	100	92,7
	Bravo	2	0	0	0	0	7,3
Sensibilidade pós-operatória	Alfa	100	100	100	95,3	100	100
	Bravo	0	0	0	4,7	0	0
Cárie secundária	Alfa	100	100	100	100	100	100
	Bravo	0	0	0	0	0	0

Tabela 2.. Comparação entre os materiais restauradores, em cada um dos tempos de avaliação e para cada uma dos parâmetros clínicos.

	Restaurações classificadas como Alfa (%)								
	<i>Baseline</i>			6 meses			12 meses		
	P60	P90	Valor de p	P60	P90	Valor de p	P60	P90	Valor de p
Adaptação marginal	94,0	100,0	0,104	95,8	100,0	0,178	95,2	97,6	0,573
Forma anatômica	98,0	88,4	0,061	97,9	88,4	0,069	95,2	87,8	0,226
Rugosidade de superfície	80,0	65,1	0,108	75,0	65,1	0,579	71,4	63,4	0,439
Descoloração marginal	98,0	100,0	0,354	100,0	100,0	1,00	100,0	92,7	0,076
Sensibilidade Pos- operatória	100,0	95,3	0,125	100,0	100,0	1,00	100,0	100,0	1,00
Cárie secundária	100,0	100,0	1,00	100,0	100,0	1,00	100,0	100,0	1,00

A diferença para 100% são as restaurações em Bravo, uma vez que nenhuma recebeu escore Charlie.

A tabela 3 demonstra a comparação entre *baseline*, 6 meses e 1 ano para cada material independentemente, em todos os critérios clínicos. Novamente, nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada ( $p > 0,05$ ).

Tabela 3. Comparação entre os momentos de avaliação para cada uma das resinas e dos parâmetros clínicos.

		Restaurações classificadas como Alfa (%)					
		Adaptação marginal	Forma anatômica	Rugosidade de superfície	Descoloração marginal	Sensibilidade pós-operatória	Cárie secundária
	<b>Baseline</b>	94,0	98,0	80,0	98,0	100,0	100,0
<b>P60</b>	<b>6 meses</b>	95,8	97,9	75,0	100,0	100,0	100,0
	<b>12 meses</b>	95,2	95,2	71,4	100,0	100,0	100,0
	<b>Valor de p</b>	<i>0,317</i>	<i>0,317</i>	<i>0,180</i>	<i>0,317</i>	<i>1,00</i>	<i>1,00</i>
	<b>Baseline</b>	100,0	88,4	65,1	100,0	95,3	100,0
<b>P90</b>	<b>6 meses</b>	100,0	88,4	69,8	100,0	100,0	100,0
	<b>12 meses</b>	97,6	87,8	63,4	92,7	100,0	100,0
	<b>Valor de p</b>	<i>0,317</i>	<i>1,00</i>	<i>0,317</i>	<i>0,083</i>	<i>0,317</i>	<i>1,00</i>

*A diferença para 100% são as restaurações em Bravo, uma vez que nenhuma recebeu escore Charlie.*

## **5. DISCUSSÃO**

Os resultados serão discutidos na forma de dois artigos.

### **5.1 Artigo I**

#### **RUNNING HEAD**

**Silorane-based composites as repair material**

#### **TITLE**

**Silorane-based composites as repair material: a six-month randomized clinical trial**

#### **ABSTRACT**

The aim of this study was to investigate the clinical performance of a low-shrinkage silorane-based composite resin when used for repairing conventional dimethacrylate-based composite restorations. Despite the continued development of resin-based materials, polymerization shrinkage and shrinkage stress still require improvement. In this context, a silorane-based monomer system was recently made available for dental restorations. One operator repaired one hundred defective dimethacrylate-based composite resin restorations that were randomly assigned to receive one of two treatment groups: Control (n = 50) Adper SE Plus, 3M /ESPE, and Filtek™ P60 Posterior Restorative, 3M/ESPE; and Test (n = 50) P90 System Adhesive Self-Etch Primer and Bond, 3M/ESPE and Filtek™ P90 Low Shrink Posterior Restorative, 3M/ESPE. After one week, restorations were finished and polished. Two calibrated examiners ( $Kw \geq 0.78$ ) evaluated all repaired restorations, blindly and

independently, by direct observation. The parameters examined were marginal adaptation, anatomic form, surface roughness, marginal discoloration, post-operative sensitivity and secondary caries. The restorations were classified as Alpha, Bravo or Charlie, according to modified U.S. Public Health Service criteria. Mann-Whitney and Wilcoxon tests were used to compare the groups. Of the 100 restorations repaired in this study, 93 were reexamined at baseline and 91 at 6-month recall. Drop-out was about 9%. No statistically significant differences were found between the materials for all clinical criteria, at baseline and at 6-month recall ( $p > 0.05$ ). No statistically significant differences were registered ( $p > 0.05$ ) for each material when compared for all clinical criteria, at baseline and at 6-month recall. No restorations were registered with Charlie rating. After six-months evaluations, silorane-based composite exhibit a similar performance compared to dimethacrylate-based composite when used as repair material.

**Key words:** Low-shrinkage silorane-based composite, dimethacrylate-based composite, resin-based restoration, repair.

#### **TÍTULO EM PORTUGUÊS:**

**Resina composta à base de silorano como material de reparo: estudo clínico randomizado de seis meses**

#### **RESUMO EM PORTUGUÊS**

Este estudo objetivou investigar o desempenho clínico de uma resina de baixa contração à base de silorano quando utilizada para reparar restaurações convencionais de resina composta à base de dimetacrilato, em *baseline* e ao

longo de 6 meses. Cem restaurações defeituosas de resina composta à base de dimetacrilato foram reparadas neste estudo. Destas, 93 foram examinadas uma semana após terem sido reparadas – *baseline* e 91 após 6 meses. As restaurações foram alocadas aleatoriamente em dois grupos de tratamento – Controle (n=50): Adper SE Plus 3M /ESPE + Filtek P60 3M /ESPE e Teste (n=50): Sistema adesivo P90 3M /ESPE + Filtek P90 3M /ESPE. Uma semana após terem sido reparadas as restaurações foram polidas e acabadas. Dois examinadores devidamente calibrados ( $Kw = 0,78$ ) fizeram a avaliação das restaurações reparadas de forma cega, independente e por meio de observação direta. Os parâmetros clínicos analisados foram adaptação marginal, forma anatômica, rugosidade de superfície, descoloração marginal, sensibilidade pós-operatória e cárie secundária, sendo as restaurações classificadas em Alpha, Bravo ou Charlie (critérios clínicos USPHS modificados). O teste de Mann-Whitney comparou os materiais testados, para todos os parâmetros clínicos, em *baseline* e após 6 meses ( $\alpha = 0,05$ ). O teste de Wilcoxon comparou cada material independentemente, para todos os mesmos parâmetros, em *baseline* e após 6 meses ( $\alpha = 0,05$ ). A perda neste estudo foi de 9 % em 6 meses. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as resinas Filtek P60 e Filtek P90 quando avaliados os parâmetros supracitados, em *baseline* e ao longo de 6 meses ( $p > 0,05$ ). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os períodos de avaliação quando cada resina foi testada, considerando os mesmos parâmetros ( $p > 0,05$ ). Nenhuma restauração foi classificada como Charlie. Após 6 meses de avaliações, resinas compostas à base de silorano apresentaram desempenho clínico semelhante às resinas compostas à base de dimetacrilato quando

utilizadas para reparar restaurações de resina composta à base de dimetacrilato.

**Palavras-chave:** resina composta à base de silorano, resina composta à base de dimetacrilato, reparo.

## INTRODUCTION

Composite resins are today's most widely used direct restorative material. Their main advantages are the adhesive capacity allowing for minimal cavity preparation and superior esthetics.<sup>1</sup> Since the introduction of dental resin-based composites, intense research has attempted to develop materials with acceptable mechanical and physical properties to significantly improve their longevity and aesthetic quality of restorations.<sup>2</sup>

Recently, in order to minimize the effects of shrinkage, an innovative monomer system was made available for dental restorations – silorane. Obtained from the reaction of oxirane and siloxane molecules, this material contains traditional filler particles, whereas the conventional resin is replaced by silorane monomers. While siloxanes are known for their hydrophobicity, oxiranes are known for their low shrinkage.<sup>3-5</sup>

Results from *in vitro* studies have shown that silorane-based composites demonstrate the lowest polymerization shrinkage as well as more ambient light stability.<sup>3,6-9</sup> The new system also has the lowest sorption and water solubility and a lower diffusion coefficient than conventional monomers. Parameters such as tensile modulus, flexural strength and biocompatibility in toxicology tests are comparable to dimethacrylate-based composite.<sup>3,6-9</sup>



Despite extensive improvements in the mechanical properties of resin-based tooth-colored restorative materials, volumetric shrinkage and subsequent contraction stress arising during the polymerization reaction are still significant drawbacks.<sup>10</sup> Shrinkage may also cause microleakage, marginal staining, and gap formation, this one an important factor in the development of caries, because it may act as a retention groove.<sup>4,11,12.</sup>

Reducing shrinkage and the stress generated by polymerization may positively influence marginal integrity. Imperfect margins result in marginal discoloration and secondary caries lesions, the most important cause for the replacement of defective restorations.<sup>13</sup>

However, according to the philosophy of 'minimum intervention' operative dentistry, with the exception of conditions in which there is a fracture of the resin restoration, staining of the entire resin/tooth interface and secondary caries, defective restorations should be first evaluated for the possibility of repair, rather than being routinely replaced.<sup>14</sup> This approach allows preservation of sound tooth structure<sup>15,16</sup> being considered a viable long-term clinical procedure for treatment of restorations.<sup>17-19</sup>

Clinical studies involving composite resin repairs have shown that, when properly planned, the repairs may increase the clinical longevity of restorations. Thus, once *in vitro* studies suggest that bonding of silorane-based composites to old dimethacrylate-based composites may be a viable clinical procedure,<sup>20-22</sup> it would be desirable to evaluate the clinical performance of this new system for making repairs. The hypothesis tested in this randomized controlled clinical trial was that low-shrinkage silorane-based composites exhibit a similar

performance when compared to conventional dimethacrylate-based composites when used to repair composite resin restorations.

## **MATERIALS AND METHODS**

### **Study Design**

This prospective randomized clinical trial had the repaired restorations like observation units. Patients aged 18 to 56 years with 100 defective composite resin restorations participated in this study. They were routinely assigned for treatment at the operative dentistry clinics, School of Dentistry - Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil and School of Dentistry, Educational Association of Brazil, Montes Claros, Minas Gerais, Brazil

The patients included were: those who were older than 18 years of age; those who with no contraindications for dental treatment and those who had class I or class II composite resin restorations with occlusal defects and no diagnosis of caries according to clinical and bite-wing radiographic exams, scored Bravo according to Modified United States Public Health Service (USPHS) clinical criteria (Table 1). The patients excluded were: those with xerostomy, including patients taking medications that are proven to significantly reduce salivary flow and patients with visible plaque index (VPI) > 30% at the moment of the repair procedure. The tooth excluded were: those with defective restorations, unacceptable for repairs, that scored Charlie (Modified USPHS clinical criteria), those which had no antagonist teeth and those with root exposure.

This study was approved by the Institutional Ethics Committee (ETIC 0546.0.203.000-09).

## **Study methods**

The restorations were examined one week after they were repaired for baseline assessment, and at six-month. Two examiners blindly and independently evaluated all repaired restorations by direct observation, using a plane buccal mirror and a WHO model explorer. Calibration exercises revealed an inter-examiner agreement ratio  $\geq 0.78$ . Since there was disagreement on the rating, the clinicians reexamined the repaired restoration together and arrived at a joint final decision. The clinical criteria examined were marginal adaptation, anatomic form, surface roughness, marginal discoloration, post-operative sensitivity and secondary caries. The examiners classified all restoration as Alpha, Bravo or Charlie, according to modified USPHS clinical criteria.

## **Treatment groups**

The same operator repaired, polished and finished all defective composite resin restorations in order to minimize preparation variability. Defective surfaces of the restorations were explored using high-speed spherical diamond burs (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brazil) compatible with the size of the defect in a hand piece with air-water coolant, beginning with the removal of the restorative material in the area of the defect as well as any stained and soft tooth tissues. The restorations were randomly assigned to one of two treatment groups: Control group (n = 50): Repair with a self-etching primer (Adper SE Plus, 3M /ESPE, St. Paul, MN, USA) and a dimethacrylate-based composite (Filtek P60 Posterior Restorative, 3M/ESPE, St. Paul, MN, USA); Test group (n = 50): Repair with a self-etching primer (P90 System Adhesive Self-Etch Primer and Bond, 3M/ESPE, St. Paul, MN, USA) and a low-shrinking silorane-based

composite (Filtek P90 Low Shrink Posterior Restorative, 3M/ESPE, St. Paul, MN, USA) (Table 2).

Rubber dam isolation was used for the restorative procedures. The surfaces of restorations and enamel margins were etched with 37% phosphoric acid (Magic Acid Gel, VIGODENT/COLTENE, Rio de Janeiro, RJ, Brazil) before adhesive procedures, being the materials used according to manufacturer's recommendations (Table 3).

### **Outcome measurements and Statistical Analysis**

The ordinal dependent variable was each modified USPHS criteria – marginal adaptation, anatomic form, surface roughness, marginal discoloration, post-operative sensitivity and secondary caries - from which the restorations received a clinical rating like Alpha, Bravo or Charlie.

Data management and analysis were done using a statistical analysis system (PASW 17.0.1 for Windows, SPSS, Chicago, IL, USA). Mann-Whitney test was used to assess differences between the materials tested and for all clinical criteria, at baseline and at 6-month recall examination ( $\alpha = 0.05$ ). Wilcoxon test was used to compare each composite resin for all clinical criteria at baseline examinations and at 6-month recall ( $\alpha = 0.05$ ).

## **RESULTS**

Drop-out in this study was 9%. Of the 100 repaired restorations, 93 (50 for Filtek P60 and 43 for Filtek P90) were examined at baseline and 91 at the 6-month recall (48 for Filtek P60 and 43 for Filtek P90). The flow of participants and the number of restorations through each examination period are shown on

Figure 1. The main reasons for restorations being repaired were marginal defects (81%) and loss of anatomic form (19%).

Table 4 summarizes the frequency of Alpha and Bravo ratings for restorations in both groups for each clinical criterion at baseline and at 6-month recall examination. No restoration received Charlie ratings. Table 5 shows the comparison between the materials tested for all clinical criteria, at baseline and at six-month recall examination. No statistically significant difference between the materials was found ( $p > 0.05$ ). Table 6 shows the comparison between baseline and six-month recall examination for each material independently, for all clinical criteria. No statistically significant difference was found in any criteria between the examination periods ( $p > 0.05$ ).

## **DISCUSSION**

The low-shrinkage silorane-based composites exhibited a similar clinical performance to dimethacrylate-based composites when used for repairing dimethacrylate-based composite restorations after a six-month observation period, confirming, thus, the null hypothesis tested. Drop-out in this study was about 9%. This response rate is in accordance with other similar clinical studies that had rates of 0% to 15% for the first year recall.<sup>4,17,19,23,24</sup>

In general, approximately 50% of resin-based composite restorations are replaced after seven years of service, and the main reasons are secondary caries, marginal defects, discoloration, degradation/wear and loss of anatomic form.<sup>17-19</sup> For many years, despite the subjectivity of restoration removal criteria, total replacement has been the most common treatment in general dental practice.<sup>19,25</sup> Nevertheless, it is known that when a restoration is replaced, there

is a loss of healthy dental tissue, including areas away from localized defects.<sup>17</sup> Repairs are treatments that can increase the longevity of restorations, and several studies have shown a positive impact after first, second and third year observation periods.<sup>17-19,26</sup> Thus, this longitudinal prospective study aimed to discuss the effectiveness of a new low-shrinkage composite – silorane – as a repair material

Silorane is a nonmethacrylate-based resin that has been introduced in order to control polymerization shrinkage. The new monomer is obtained from the reaction of oxirane and siloxane molecules and was developed with the primary purpose of overcoming some drawbacks related to polymerization of dimethacrylate-based composites, such as radical oxygen inhibition, polymerization shrinkage, polymerization stress, water sorption and instability of conventional monomers in aqueous systems. As a result, silorane has the ability to compensate shrinkage by opening the oxirane ring during polymerization, reducing volume shrinkage to 1% from 1.7- 3.5% in dimethacrylate-based materials. Due to the presence of siloxane species, the hydrophobicity is also increased.<sup>3,4,30,31</sup>

Silorane-based composites have been thoroughly investigated by *in vitro* tests, and promising results have been obtained regarding biocompatibility and mechanical characteristics, including reduced polymerization shrinkage.<sup>3,5,32</sup> However, *in vitro* studies are limited in predicting short- and long-term clinical conditions, and laboratory findings should be substantiated by clinical investigations.

In the present study, the main reasons for repairing restorations were marginal defects and loss of anatomical form. Six modified USPHS criteria –

marginal adaptation, anatomic form, surface roughness, marginal discoloration, post-operative sensitivity and secondary caries – were used to verify the clinical performance of repairs performed on failed dimethacrylate-based composite restorations. No statistically significant differences between the groups were found for all clinical parameters tested at each time interval.

It is a consensus that the information provided by USPHS criteria is too broad and may also lead to a misinterpretation as a good clinical performance since any changes over time are not easily detected by the limited sensitivity in short-term clinical investigation.<sup>17,33</sup> Despite these considerations, it is the most widely used method for clinical evaluations of restorations worldwide, and the main reason for adopting it relies on the fact that it can be compared to previous studies. In addition, this criteria involves visual inspection as well as the use of a dental explorer.<sup>17</sup>

Laboratory studies have shown lower values of polymerization shrinkage related to silorane-based composites, but it is difficult to show the effects in clinical studies, mainly because in short-term six-month evaluations, many factors may not still influenced the final result.<sup>3,31,32</sup> In the current study, no statistically significant differences between the materials tested were found for marginal adaptation for the entire six-month follow-up. There are no results from clinical trials that have tested silorane-based composite as repair material available for comparison. However, a recent study investigated marginal adaptation of a low-shrinkage silorane-based composite and compared it with a dimethacrylate-based composite material across one-year interval.<sup>4</sup> Even though such study had outcomes related to total-replaced restorations, their

results from 6-month investigations are in accordance with the findings from the present study.

No statistically significant differences have been found between the materials tested for secondary caries, which are usually associated with marginal integrity and marginal adaptation is usually associated with reduced polymerization shrinkage. Favourable results were, thus, expected for a low-shrinkage resin-based composite.<sup>5</sup> Furthermore, within six months, the patients in the study did not develop carious lesions, most likely because patients with inadequate oral hygiene (VPI > 30%) and decreased salivary flow were excluded.

No statistically difference was found for anatomic form when each composite resin was evaluated independently at baseline and after six months. In general, restorations remained stable and unchanged over the six-month observation period. Previous studies that have investigated the longevity of dimethacrylate-based restoration by minimal intervention have found the same good performance when dimethacrylate-based composites were used as repair materials.<sup>17-19</sup>

Laboratory studies have investigated some mechanical properties of dental composites after artificial aging,<sup>33,34</sup> and the lowest values for surface roughness were observed for a silorane-based composite.<sup>33</sup> This effect was not demonstrated in the current clinical study, perhaps due to the short time elapsed after the repairs were performed. No statistically significant difference between the materials was found for surface roughness at any recall examination. This result is in agreement with studies investigating the longevity of dimethacrylate-based composite restorations by minimal interventions.<sup>17-19</sup>



These studies found that surface roughness returned to their original values from the defective restoration values after only a three-year recall examination.

In a recent study related to the repair potential of composite resin materials, the highest bond strength when a dimethacrylate-based composite was used as substrate was when Filtek P90 was used as the repair material and the P90 System as the adhesive. Although it is customarily assumed that the bond between old and new composite is micromechanical, data from when Filtek P90 was the substrate suggest that there is a possibility of chemical bonding, most likely because products that contain a silane coupling agent have improved wettability of the substrate surface in addition to higher binding of siloxane to inorganic filler particles. In Filtek P90, these are silanated ceramics.<sup>22</sup> It may explain the results from marginal discoloration, when no statistically significant difference between the two materials was found at recall examinations

At baseline examination, the low incidence of restorations that received Bravo rating for post-operative sensitivity can be explained by the use of a self-etching bonding system in both treatment groups. These systems make the smear layers part of the hybrid layer, providing better penetration of the monomers onto the collagen fibers of the demineralized dentin. At follow-up, the same good performance was observed for all composites, likely because resin-based agents may provide pulp protection as long as the dentin is sealed by hydrophilic resins.<sup>23,35</sup> Initial post-operative sensitivity has been reported in clinical studies with resin-based composites, but the sensitivity generally decreases during the first weeks after placement of restorations.<sup>23,36</sup>

Thus, after six months, this clinical trial shows that low-shrinkage silorane-based composites exhibited a similar performance to the conventional dimethacrylate-based composites when used to repair composite resin restorations. The reduced polymerization shrinkage assigned to silorane-based composites did not establish better clinical performance, indicating that laboratory findings should be substantiated by clinical investigations.

## **ACKNOWLEDGMENTS**

We owe our thanks to FAPEMIG, who supported the present study.

## **REFERENCES**

1. Min SH, Ferracane J, Lee IB. Effect of shrinkage strain, modulus, and instrument compliance on polymerization shrinkage stress of light-cured composites during the initial curing stage. *Dent Mater* 20; 26:1024-33.
2. Leprince J, Palin WM, Mullier T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Investigating filler morphology and mechanical properties of new low-shrinkage resin composite types. *J Oral Rehabil* 2010; 37:364–376.
3. Weinmann W, Thalacker C, Guggenberger R. Siloranes in dental composites. *Dent Mater* 2010; 21:68–74.
4. Schmidt M, Kirkevang LL, Hørsted-Bindslev P, Poulsen S. Marginal adaptation of a low-shrinkage silorane-based composite: 1-year randomized clinical trial. *Clin Oral Invest* 2011; 15: 291-295.
5. Ilie N, Hickel R. Macro- micro- and nano-mechanical investigations o silorane and methacrylate-based composites. *Dent Mater* 2009; 25: 810-819

6. Eick D, Kotha SP, Chappelow CC, Kilway KV, Giese G, Glaros AG, Pinzino CS. Properties of silorane-based dental resins and composites containing a stress-reducing monomer. *Dent Mater* 2007 23: 1011-1017.
7. Condon JR, Ferracane JL. Assessing the effect of composite formulation on polymerization stress. *JADA* 2000; 131: 497-503.
8. Palin WM, Fleming GJP, Burke FJT, Marquis PM, Randall RC. The influence of short and medium term water immersion on the hydrolytic stability of novel low shrink dental composites. *Dent Mater* 2005; 21:852-863.
9. Soh MS, Yap AUJ, Sellinger A. Physicomechanical evaluation of low-shrinkage dental nanocomposites based on silsesquioxane cores. *Eur J Oral Sci* 2007; 115: 230–238.
10. Marchesi G, Breschi L, Antonioli F, DiLenarda R, Ferracane J, Cadenaro M. Contraction stress of low-shrinkage composite materials assessed with different testing systems. *Dent Mater* 2007; 26: 947-953
11. Giachetti L, Scaminaci Russo D, Bambi C, Grandini R. A review of polymerization shrinkage stress: current techniques for posterior direct resin restorations. *J Contemp Dent Pract* 2007; 7:79–88.
12. Totiam P, Gonzalez-Cabezas C, Fontana MR, Zero DT. A new in vitro model to study the relationship of gap size and secondary caries. *Caries Res* 2007; 41:467–473.
13. Rodriguez GDR, Pereira SNA. Current trends and evolution on dental composites *Acta Odontol Venez* 2008; 46: 1-18.
14. Tyas MJ, Anusavice KJ, Frencken JE, Mount GJ. Minimal intervention dentistry – a review. *Int Dent J* 2000; 50:1–12.

15. Mjör IA, Reep RL, Kubilis PS, Mondragon BE. Change in size of replaced amalgam restorations: A methodological study. *Oper Dent* 1998; 23: 272-277.
  
16. Popoff DAV, Gonçalves FS, Ferreira RC, Magalhães CS, Moreira AN, Mjör IA. Repair of amalgam restorations with conventional and bonded amalgam: an in vitro study. *Rev. odonto ciênc.* 2010; 25: 154-158.
  
17. Gordan VV, Shen C, Riley J, Mjor IA. Two-Year clinical evaluation of repair versus replacement of composite restorations. *J Esthet Dent* 2006; 18:144-154.
  
18. Moncada G, Fernández E, Martin J, Arancibia C, Mjor I, Gordan VV. Increasing the longevity of restorations by minimal intervention: A two-year clinical trial. *Oper Dent* 2008; 33: 258-264.
  
19. Moncada G, Martin J, Fernández E, Hampel MC, Mjör IA, Gordan VV. Sealing, refurbishment and repair of class I and class II defective restorations: A three-year clinical trial. *JADA* 2009; 140: 425-432.
  
20. Lührs AK, Görmann B, Jaker-Guhr S, GeurtsenW. Repairability of dental siloranes in vitro. *Dent Mater* 2011; 27: 144-149.
  
21. Ivanovas S, Hickel R, Ilie N. How to repair fillings made by silorane-based composites. *Clin Oral Invest* 2010 In press.
  
22. Mannenut C, Sakoolnamarka R, Tyas MJ. The repair potential of resin composite materials. *Dent Mater* 2011; 27: 20-27.
  
23. Gordan VV, Shen C, Watson RE, Mjor IA. Four-year clinical evaluation of self-etching primer and resin-based restorative material. *Am J Dent* 2005; 18: 45-49.

24. Gordan VV, Mondragon E, Watson RE, Garvan C, Mjör IA. A clinical evaluation of a self-etching primer and giomer restorative material. *JADA* 2007; 138: 621-627.
25. Çehreli SB, Arhun N, Celik C. Amalgam repair: quantitative evaluation of amalgam-resin and resin-tooth interfaces with different surface treatments. *Oper Dent* 2010; 35: 337-344.
26. Christensen GJ. When and how to repair a failing restoration. *JADA* 2007; 138:1605-1607.
27. Ilie N, Hickel R. Silorane-based dental composite: behavior and abilities. *Dent Mater J* 2006; 25: 445-454.
28. Eick JD, Smith RE, Pinzino CS, Kostoryz EL. Stability of silorane dental monomers in aqueous systems. *J Dent* 2006; 34: 405-410.
29. Papadogiannis D, Kakaboura A, Palaghias G, Eliades G. Setting characteristics and cavity adaptation of low-shrinking resin composites. *Dent Mater* 2010; 25: 1509-1516.
30. Hickel R, Roulet JF, Bayne S, Heintze SD, Mjör IA, Peters M, Rousson V, Randall R, Schmalz G, Tyas M, Vanherle G. Recommendations for conducting controlled clinical studies of dental restorative materials. Science Committee Project 2/98--FDI World Dental Federation study design (Part I) and criteria for evaluation (Part II) of direct and indirect restorations including onlays and partial crowns. *J. Adh. Dent.* 2007; 9: 121-147.
31. Ruttermann S, Kruger S, Raab WH, Janda R. Polymerization shrinkage and hygroscopic expansion of contemporary posterior resin-based filling materials - a comparative study. *J Dent* 2007; 35:806–813.

32. Park J, Chang J, Ferracane J, Lee IB. How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling? *Dent Mater* 2008; 24: 1501–1505.
33. Hahnel S, Henrich A, Bürgers R, Handel G, Rosentrit M. Investigation of mechanical properties of modern dental composites after artificial aging for one year. *Oper Dent* 2010; 35: 412-419.
34. Zhang Y, Xu J. Effect if immersion in various media on the sorption, solubility, elution of unreacted monomers, and flexural properties of two model dental composite compositions. *J Mater Sci Mater Med* 2008; 19: 2477-2483.
35. Pashley DH. The effects of acid etching on the pulpodentin complex. *Oper Dent* 1992; 17: 229-242.
36. Baratieri LN, Ritter AV. Four-year clinical evaluation of posterior resin-based composite restorations placed using the total-etching technique. *J Esthetic Rest Dent* 2001; 13: 50-57.

## **FIGURE LEGENDS**

Table 1. Modified U.S. Public Health Service clinical criteria.

Table 2. Materials: Chemical composition and manufacturers.

Table 3. Clinical sequence of repair procedures.

Figure 1. Flowchart of patients and number of restorations through each stage of the study.

Table 4. Frequency of Alpha and Bravo ratings according to the materials tested at baseline and at six-month recall examination.

Table 5. Comparison between the materials tested for all clinical criteria at each examination period.

Table 6. Comparison between each material independently for all clinical parameters, at baseline and at six-month recall examination.

Table 1.

CATEGORY	RATING	CRITERIA DESCRIPTIONS
MARGINAL ADAPTATION	ALFA (A)	Restoration adapts closely to the tooth structure, there is no visible crevice
	BRAVO (B)	There is a visible crevice, the explorer will penetrate, without dentin exposure
	CHARLIE (C)	The explorer penetrates into crevice in which dentin or the base is exposed
ANATOMIC FORM	ALFA (A)	Anatomic form ideal
	BRAVO (B)	Restoration is under-contoured, without dentin or base exposure
	CHARLIE (C)	Restoration is under-contoured, with dentin or base exposure. Anatomic form is unsatisfactory. Restoration needs replacement
MARGINAL DISCOLORATION	ALFA (A)	No marginal discoloration
	BRAVO (B)	Minor marginal discoloration without staining toward pulp, only visible using mirror and operating light
	CHARLIE (C)	Deep discoloration with staining toward pulp, visible at a speaking distance of 60-100 cm
SURFACE ROUGHNESS	ALFA (A)	As smooth as the surrounding enamel
	BRAVO (B)	Rougher than surrounding enamel. Improvement by finishing is feasible
	CHARLIE (C)	Very rough, could become anti-aesthetic and / or retain biofilm. Improvement by finishing is not feasible
POST-OPERATIVE SENSITIVITY	ALFA (A)	No postoperative sensitivity
	BRAVO (B)	Short-term and tolerable postoperative sensitivity
	CHARLIE (C)	Long-term or intolerable postoperative sensitivity. Restoration replacement is necessary
SECONDARY CARIES	ALFA (A)	No active caries present
	CHARLIE (C)	Active caries is present in contact with the restoration

Table 2.

Material	Chemical composition	Manufacturers
Magic Acid Gel	37% Phosphoric acid	VIGODENT/COLTENE
Adper™ SE Plus Self-Etch Adhesive - Liquid A	Water, HEMA, Surfactant, Pink colorant	3M/ESPE
Adper™ SE Plus Self-Etch Adhesive – Liquid B	UDMA, TEGMA, TMPTMA, HEMA, MHP, Bonded zircônia nanofiller, Initiator system based on camphorquinone.	3M/ESPE
Filtek P60 Posterior Restorative	<b>Matrix:</b> UDMA (urethane dimethacrylate, TEG-DMA, BIS-EMA; <b>Filler:</b> Silica/Zirconia; <b>Initiator system:</b> Camphorquinone	3M/ESPE
P90 System Adhesive Self-Etch Primer	Phosphorylated methacrylates, Vitrebond™ copolymer, Bis-GMA, HEMA, water and ethanol, silane-treated silica, initiators and stabilizers.	3M/ESPE
P90 System Adhesive Bond	3M/ESPE hydrophobic bifunctional monomer, acidic monomers, silane-treated silica, initiators and stabilizers.	3M/ESPE
Filtek P90 Low Shrink Posterior Restorative	<b>Matrix:</b> Silorane; <b>Filler:</b> Quartz, Yttrium fluoride; <b>Initiator system:</b> Camphorquinone, iodonium salts and electron donors; <b>Stabilizers and pigments</b>	3M/ESPE

Table 3.

Repair Procedure	Filtek™ P90 / P90 System adhesive	Filtek™ P60 / Adper™ SE Plus
Removal of restorative material from the defective area with spherical diamond burs # 1010 -1014 (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brazil)	x	x
Rubber dam	x	x
Etching of enamel with 37% Phosphoric acid for 15 sec.	x	x
Rinse the acid with water and air dried	x	x
Removal of excess water with absorbent paper	x	x
Application of self etching primer for 15 sec.	x	
Application of Liquid A ( Adper™ SE Plus) for 10 sec.		x
Light cured for 10 sec.	x	
Adhesive application with disposable brush	x	
Application of Liquid B (Adper™ SE Plus) for 20 sec.		x
Light cured for 10 sec	x	x
Insertion of 2 mm of maximum thickness horizontal increments and resin sculpture	x	
Insertion of 2 mm of maximum thickness oblique increments and resin sculpture		x
Light curing (600mW/cm²)	40 seconds	20 seconds
Removal of excess restorative material with a scalpel blade #15	x	x
Finishing with #9714FF bur (KG Sorensen, Rio de Janeiro, RJ, Brazil)	x	x
Polishing with Enhance System (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brazil) – one week after repair procedures.	x	x



Figure 1.

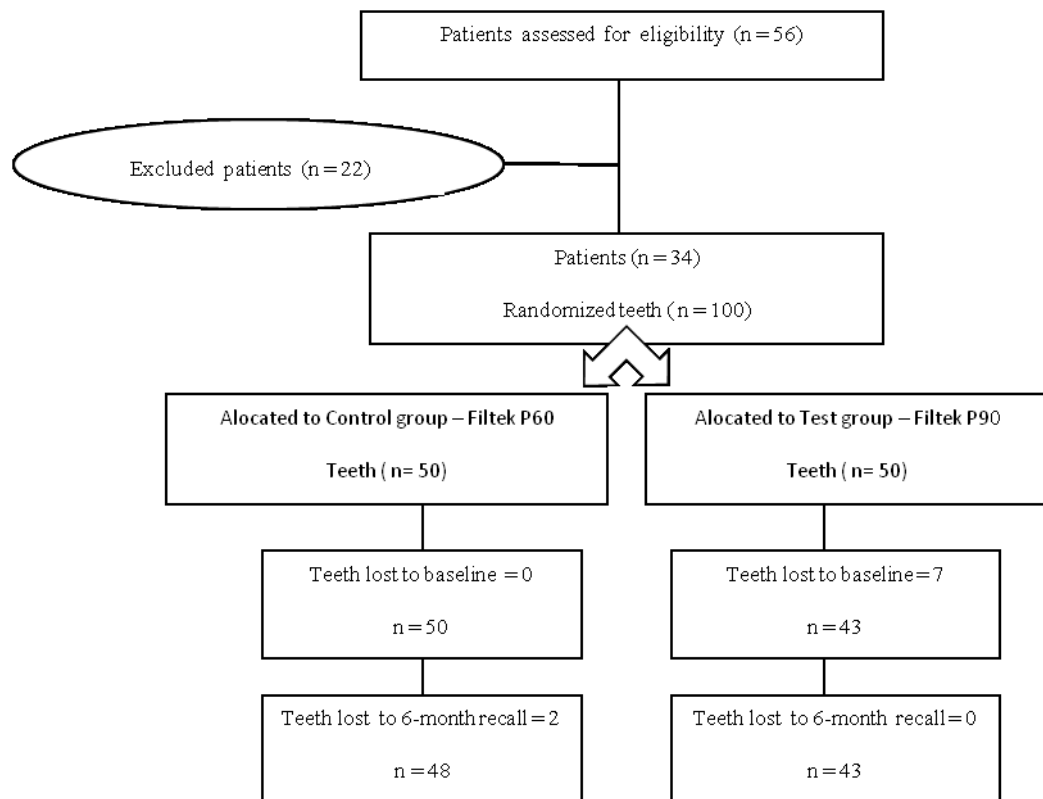


Table 4.

		P60 (%)		P90(%)	
		Baseline	6 Months	Baseline	6 Months
<b>Marginal adaptation</b>	<b>Alfa</b>	94	95.8	100	100
	<b>Bravo</b>	6	4.2	0	0
<b>Anatomic form</b>	<b>Alfa</b>	98	97.9	88.4	88.4
	<b>Bravo</b>	2	2.1	11.6	11.6
<b>Surface roughness</b>	<b>Alfa</b>	80	75	65.1	69.8
	<b>Bravo</b>	20	25	34.9	30.2
<b>Marginal discoloration</b>	<b>Alfa</b>	98	100	100	100
	<b>Bravo</b>	2	0	0	0
<b>Post-operative sensitivity</b>	<b>Alfa</b>	100	100	95.3	100
	<b>Bravo</b>	0	0	4.7	0
<b>Secondary caries</b>	<b>Alfa</b>	100	100	100	100
	<b>Bravo</b>	0	0	0	0

Table 5.

	Restorations rated Alpha (%)					
	Baseline			6 months		<i>p-value</i>
	Filtek P60	Filtek P90	<i>p-value</i>	Filtek P60	Filtek P90	
<b>Marginal Adaptation</b>	94.0	100.0	0.104	95.8	100	0.178
<b>Anatomic Form</b>	98.0	88.4	0.061	97.9	88.4	0.069
<b>Surface roughness</b>	80.0	65.1	0.108	75.0	65.1	0.579
<b>Marginal discoloration</b>	98.0	100.0	0.354	100.0	100	1.00
<b>Post-operative sensitivity</b>	100.0	95.3	0.125	100.0	100	1.00
<b>Secondary caries</b>	100.0	100.0	1.00	100.0	100	1.00

Table 6.

		Restorations rated alpha (%)					
		Marginal adaptation	Anatomic form	Surface Roughness	Marginal discoloration	Post-operative sensitivity	Secondary caries
<b>Filtek P60</b>	<b>Baseline</b>	94.0	98.0	80.0	98.0	100.0	100.0
	<b>6-month</b>	95.8	97.9	75.0	100.0	100.0	100.0
	<i>p-value</i>	0.317	1.00	0.180	0.317	1.00	1.00
<b>Filtek P90</b>	<b>Baseline</b>	100.0	88.4	65.1	100.0	95.3	100.0
	<b>6-month</b>	100.0	88.4	69.8	100.0	100.0	100.0
	<i>p-value</i>	1.00	1.00	0.157	1.00	0.157	1.00

## 5.2 Artigo II

### TITLE

**Repair of dimethacrylate-based composite restorations using a silorane-based composite: a one-year randomized clinical trial**

### RUNNING TITLE

**Silorane-based composites as repair material**

### CLINICAL RELEVANCE

A one-year clinical trial showed that low-shrinkage silorane-based composite exhibited a similar performance to conventional dimethacrylate-based composites when used to repair composite resin restorations. This corroborates *in vitro* studies suggesting that bonding of silorane-based composites to old dimethacrylate-based composites can be a viable clinical procedure.

### ABSTRACT

**Purpose:** To investigate clinical performance of a low-shrinkage silorane-based composite resin when used for repairing conventional dimethacrylate-based composite restorations. **Background:** Despite the continued development of resin-based materials, polymerization shrinkage and shrinkage stress still require improvement. A silorane-based monomer system is recently made available for dental restorations. This report refers to the use of this material for making repairs and evaluates the clinical performance of this alternative treatment. **Material and Methods:** One operator repaired the defective dimethacrylate-based composite resin restorations that were randomly assigned to one of two treatment groups: Control (n = 50) Repair with Adper SE Plus, 3M/ESPE, and Filtek™ P60 Posterior Restorative, 3M/ESPE; and Test (n = 50)

Repair with P90 System Adhesive Self-Etch Primer and Bond, 3M/ESPE and Filtek™ P90 Low Shrink Posterior Restorative, 3M/ESPE. After one week, restorations were finished and polished. Two calibrated examiners ( $Kw \geq 0.78$ ) evaluated all repaired restorations, blindly and independently, at baseline, and one year. The parameters examined were marginal adaptation, anatomic form, surface roughness, marginal discoloration, post-operative sensitivity and secondary caries. The restorations were classified as Alpha, Bravo or Charlie, according to modified U.S. Public Health Service criteria. Mann-Whitney and Wilcoxon tests were used to compare the groups. **Results:** Of the 100 restorations repaired in this study, 93 were reexamined at baseline. Drop-out from baseline to one-year recall was 11%. No statistically significant differences were found between the materials for all clinical criteria, at baseline and at one-year recall ( $p > 0.05$ ). No statistically significant differences were registered ( $p > 0.05$ ) for each material when compared for all clinical criteria, at baseline and at one-year recall. **Conclusions:** The hypothesis tested in this randomized controlled clinical trial was accepted. After the one-year evaluations, silorane-based composite exhibit a similar performance compared to dimethacrylate-based composite when used to making repairs.

**Descriptors:** Low-shrinkage silorane-based composite, dimethacrylate-based composite, resin-based restoration, repair.

## INTRODUCTION

The demand for aesthetic restorations, the development of new adhesives and curing systems, and improvement of material properties have made dental composites the most widely used direct restorative material today.<sup>1,2,3</sup> Despite such developments, two features still require improvement:

polymerization shrinkage and the development of polymerization shrinkage stress.<sup>4</sup>

The intrinsic contraction of the composite remains a challenge, and changes in the monomer composition seem to be the most promising way to minimize the effects of shrinkage.<sup>5-8</sup> Clinically, the incremental insertion and control of polymerization rate are the main strategies used to control polymerization shrinkage.

Recently, an innovative monomer system was made available for dental restorations – Silorane, obtained from the reaction of oxirane and siloxane molecules. Oxiranes are known for their low shrinkage, while siloxanes are known for their hydrophobicity.<sup>5,9</sup> *In vitro* studies have compared the new system to dimethacrylate-based composites. The results show that silorane-based composites demonstrate the lowest polymerization shrinkage as well as more ambient light stability, contributing to the convenience of handling the composite material. The new system also has the lowest sorption and water solubility and a lower diffusion coefficient than conventional monomers. Other parameters such as tensile modulus, flexural strength and biocompatibility in toxicology tests are comparable to dimethacrylate-based composite.<sup>5,8,10-12</sup>

Imperfect margins result in marginal discoloration and secondary caries lesions, the most important cause for the replacement of restorations<sup>4</sup>. Reducing shrinkage and the stress generated by polymerization may positively influence marginal integrity. Total replacement is the most common treatment adopted for restorations that are clinically diagnosed as defective. However, the assessment of the quality of restorations is made subjectively, and often

minimum deviations from ideal determine the systematic replacement of restorations.<sup>13,14</sup>

With the exception of conditions in which there is a fracture of the resin restoration, staining of the entire resin/tooth interface and secondary caries, total removal is considered undesirable and inappropriate.<sup>3,15</sup> Thus, keeping in mind the current trends towards minimally interventional procedures, several studies have suggested partial removal of the restoration.<sup>14,16-21</sup> This approach allows preservation of sound tooth structure.<sup>22,23</sup>

Clinical studies involving composite resin repairs have shown that, when properly planned, the repairs may increase the clinical longevity of restorations, representing a conservative choice for treatment of restorations.<sup>13,14,24</sup>

Thus, once *in vitro* studies suggest that bonding of silorane-based composites to old dimethacrylate-based composites may be a viable clinical procedure,<sup>25-27</sup> it would be desirable to evaluate the clinical performance of this new system for making repairs. The hypothesis tested in this randomized controlled clinical trial was that low-shrinkage silorane-based composites exhibit a similar performance when compared to that of conventional dimethacrylate-based composites when repairing composite resin restorations.

## **MATERIALS AND METHODS**

### **Study Design**

This was a prospective randomized clinical trial. The observation unit was the restoration, and the dependent variable was qualitative categorical ordinal. Patients aged 18 to 56 years with 100 defective composite resin restorations participated in this study. They were routinely assigned for treatment at the operative dentistry clinics, School of Dentistry - Federal



University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil and School of Dentistry – Educational Association of Brazil, Montes Claros, Minas Gerais, Brazil.

The inclusion criteria were: patients who were older than 18 years of age; patients with no contraindications for dental treatment; patients who had class I or class II composite resin restorations with occlusal defects and no diagnosis of caries according to clinical and bite-wing radiographic exams, that scored at least Bravo according to Modified United States Public Health Service (USPHS) clinical criteria (Table 1). The exclusion criteria were: patients with contraindications for regular dental treatment according to their medical history; patients with xerostomy, including those taking medications that are proven to significantly reduce salivary flow; and patients with visible plaque index (VPI)  $\geq$  30% at the moment of the repair procedure. The tooth exclusion criteria were: Teeth with defective restorations, unacceptable for repairs, that scored Charlie (Modified USPHS clinical criteria); and teeth with no antagonist teeth.

This study was approved by the Institutional Ethics Committee (ETIC 0546.0.203.000-09). A written informed consent was obtained from all patients.

### **Study methods**

The restorations were examined one week after they were repaired for baseline assessment, and at one year. Two examiners blindly and independently evaluated all repaired restorations by direct observation, using a plane buccal mirror and a WHO model explorer. A calibration exercise revealed an inter-examiner agreement ratio  $\geq$  0.78. If there was disagreement on the rating, the clinicians reexamined the repaired restoration together and arrived at a joint final decision. The parameters examined were marginal adaptation,

anatomic form, surface roughness, marginal discoloration, post-operative sensitivity and secondary caries. The examiners classified all restoration as Alpha, Bravo or Charlie, according to modified USPHS clinical criteria.

### **Treatment groups**

In order to minimize preparation variability, the same operator repaired all defective composite resin restorations. The defective surfaces of the restorations were explored using high-speed spherical diamond burs (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brazil) compatible with the size of the defect in a hand piece with air-water coolant, beginning with the removal of the restorative material in the area of the defect as well as any stained and soft tooth tissues. The operator randomly assigned the restorations to one of two treatment groups: Control group (n = 50): Repair with a self-etching primer (Adper SE Plus, 3M /ESPE, St. Paul, MN, USA) and a dimethacrylate-based composite (**Filtek P60** Posterior Restorative, 3M/ESPE, St. Paul, MN, USA); Test group (n = 50): Repair with a self-etching primer (P90 System Adhesive Self-Etch Primer and Bond, 3M/ESPE, St. Paul, MN, USA) and a low-shrinking silorane-based composite (**Filtek P90** Low Shrink Posterior Restorative, 3M/ESPE, St. Paul, MN, USA) (Table 2).

Rubber dam isolation was used for the restorative procedures. The surfaces of restorations and enamel margins were etched with 37% phosphoric acid (Magic Acid Gel, VIGODENT/COLTENE, Rio de Janeiro, RJ, Brazil) before adhesive procedures. Materials were used according to manufacturer's recommendations (Table 3).

## **Outcome measurements and Statistical Analysis**

At baseline and 12-month recall, all restorations received a clinical rating of Alpha, Bravo or Charlie. The ordinal dependent variable was the percentage of Alpha, Bravo or Charlie ratings.

Data management and analysis were done using a statistical analysis system (PASW 17.0.1 for Windows, SPSS, Chicago, IL, USA). Mann-Whitney test was used to assess differences between the materials tested and for all clinical criteria, at baseline and one-year recall examination ( $\alpha = 0.05$ ). Wilcoxon test was used to compare each composite resin for all clinical criteria at baseline examinations and one-year recall ( $p = 0.05$ ).

## **RESULTS**

In the present study, the main reasons for restorations being repaired were marginal defects (81%) and loss of anatomic form (19%). Of the 100 repaired restorations, 93 (50 for Filtek P60 and 43 for Filtek P90) were examined at baseline. From those, 83 were reexamined at the one-year recall (42 for Filtek P60 and 41 for Filtek P90). The flow of participants and the number of restorations through each examination period of the study are shown on Figure 1. Drop-out in this study was about 17% after one-year.

Table 4 shows the frequency of Alpha and Bravo ratings for restorations in both groups for each clinical criterion at baseline and one-year recall examination. No restoration received Charlie ratings. Table 5 summarizes the comparison between the materials tested for all clinical criteria at one-year recall examination and baseline. No statistically significant difference between the materials was found ( $p > 0.05$ ). Table 6 shows the comparison between

baseline and one-year recall examination for each material independently, for all clinical parameters. No statistically significant difference was found in any criteria between the examination periods ( $p > 0.05$ ).

## **DISCUSSION**

The null hypothesis tested in this study was confirmed since the low-shrinkage silorane-based composites exhibited a similar clinical performance to the dimethacrylate-based composites when repairing dimethacrylate-based composite restorations after a one-year observation period.

Drop-out in this study was about 17% after one year. This response rate is in accordance with other similar clinical studies that had rates of 0% to 15% for the first year recall.<sup>13, 24,28-30</sup> The drop-out rates highlight part of the problems associated with long-term clinical studies.<sup>28</sup>

Approximately 50% of resin-based composite restorations are replaced after seven years of service, and the main reasons are secondary caries, marginal defects, discoloration, degradation/wear and loss of anatomic form.<sup>13,14,24</sup> For many years, despite the subjectivity of restoration removal criteria, total replacement has been the most common treatment in general dental practice.<sup>17,24</sup> Nevertheless, it is known that when a restoration is replaced, there is a loss of healthy dental tissue, including areas away from localized defects.<sup>13</sup> Repairs are alternative treatments that can increase the longevity of restorations, and several studies have shown a positive impact after first, second and third year observation periods.<sup>13,14,24,31</sup> Thus, this longitudinal prospective study aimed to discuss the effectiveness of a new low-shrinkage composite – silorane – as a repair material

Silorane is a nonmethacrylate-based resin that has been introduced in order to control polymerization shrinkage. The new monomer is obtained from the reaction of oxirane and siloxane molecules and was developed with the primary purpose of overcoming some drawbacks related to polymerization of dimethacrylate-based composites, such as radical oxygen inhibition, polymerization shrinkage, polymerization stress, water sorption and instability of conventional monomers in aqueous systems. As a result, silorane has the ability to compensate shrinkage by opening the oxirane ring during polymerization, reducing volume shrinkage to 1% from 1.7- 3.5% in dimethacrylate-based materials. Due to the presence of siloxane species, the hydrophobicity is also increased.<sup>5, 30,32,33</sup>

Silorane-based composites have been thoroughly investigated by *in vitro* tests, and promising results have been obtained regarding biocompatibility and mechanical characteristics, including reduced polymerization shrinkage.<sup>5,9,34</sup> However, *in vitro* studies are limited in predicting short- and long-term clinical conditions, and laboratory findings should be substantiated by clinical investigations.

In the present study, the main reasons for repairing restorations were marginal defects and loss of anatomical form. Six modified USPHS criteria – marginal adaptation, anatomic form, surface roughness, marginal discoloration, post-operative sensitivity and secondary caries – were used to verify the clinical performance of repairs performed on failed dimethacrylate-based composite restorations. No statistically significant differences between the groups were found for all clinical parameters tested at each time interval ( $p > 0.05$ ).

It is generally agreed that USPHS criteria may have a limited application since the information provided is too broad; the criteria may also lead to a misinterpretation as a good clinical performance since any changes over time are not easily detected by the limited sensitivity in short-term clinical investigation.<sup>13,35</sup> However, it is the most widely used method for clinical evaluations of restorations worldwide, and the main reason for adopting it relies on the fact that it can be compared to previous studies. In addition, this criteria involves visual inspection as well as the use of a dental explorer.<sup>13</sup>

### **Marginal adaptation and secondary caries**

In the current study, no statistically significant differences between the materials tested were found for marginal adaptation for the entire one-year follow-up. No results from clinical trials that have tested silorane-based composite as repair material was found for comparison. However, a recent clinical trial investigated marginal adaptation of a low-shrinkage silorane-based composite and compared it with material across one-year interval, finding better clinical performance for dimethacrylate-based composite restorations,<sup>30</sup> showing that the low values found for silorane-based materials in laboratory studies are difficult to be demonstrated in clinical studies, where so many factors influence the final result.<sup>5,36,37</sup>

In this study, no statistically significant differences have been found between the materials tested for secondary caries. Because secondary caries are usually associated with marginal integrity and marginal adaptation is usually associated with reduced polymerization shrinkage, it was expected favourable results for a low-shrinkage resin-based composite.<sup>5</sup> Furthermore, within one year, the patients in the study did not develop carious lesions, most likely

because patients presenting inadequate oral hygiene (VPI > 30%) and decreased salivary flow were excluded.

### **Anatomic form**

No statistically significant difference was found when each composite resin was evaluated independently at baseline and after one year. In general, restorations remained stable and unchanged over the first-year observation period. Previous studies that have investigated the longevity of dimethacrylate-based restoration by minimal intervention have found the same good performance when dimethacrylate-based composites were used as repair materials.<sup>13,14,24</sup>

### **Surface Roughness**

The surface roughness property of any material is the result of the interaction of intrinsic and extrinsic factors. Some intrinsic factors are related to the material itself, such as the filler, the resinous matrix as well as the ultimate degree of cure reached, and the bond efficiency at the filler/matrix interface. The extrinsic factors are associated with the type of polishing system used, such as the flexibility of the packing material in which the abrasives are embedded, the hardness of abrasives, the geometry of instruments, the lightcuring method, and the way by which the finishing tools are used.<sup>38</sup>

In the current study, no statistically significant difference between the materials was found for surface roughness at any recall examination. This result is in agreement with studies investigating the longevity of dimethacrylate-based composite restorations by minimal interventions.<sup>13,14,24</sup> These studies found that surface roughness returned to their original values from the defective restoration values after only a three-year recall examination. Laboratory studies

have investigated some mechanical properties of dental composites after artificial aging, and the lowest values for surface roughness were observed for a silorane-based composite.<sup>38,39,40</sup> This effect was not demonstrated in the current clinical study, perhaps due to the short time elapsed after the repairs were performed or due to the geometry of instruments that were used.

### **Marginal discoloration**

In a recent study related to the repair potential of composite resin materials, the highest bond strength when a dimethacrylate-based composite was used as substrate was when Filtek P90 was used as the repair material and the P90 Adhesive System as the adhesive. Although it is customarily assumed that the bond between old and new composite is micromechanical, data from when Filtek P90 was the substrate suggest that there is a possibility of chemical bonding, most likely because products that contain a silane coupling agent have improved wettability of the substrate surface in addition to higher binding of siloxane to inorganic filler particles. In Filtek P90, these are silanated ceramics.<sup>27</sup> Even though, no statistically significant difference between the two materials was found at recall examinations for marginal discoloration, in the present study.

### **Post-operative sensitivity**

Initial post-operative sensitivity has been reported in clinical studies with resin-based composites, but the sensitivity generally decreases during the first weeks after placement of restorations.<sup>28,41</sup> At baseline examination, the low incidence of restorations that received Bravo rating can be explained by the use of a self-etching bonding system in both treatment groups. These systems make the smear layers part of the hybrid layer, providing better penetration of



the monomers onto the collagen fibers of the demineralized dentin. At follow-up, the same good performance was observed for all composites, likely because resin-based agents may provide pulp protection as long as the dentin is sealed by hydrophilic resins.<sup>28,42</sup>

## **CONCLUSIONS**

After one year, this clinical trial shows that low-shrinkage silorane-based composites exhibited a similar performance to the conventional dimethacrylate-based composites when used to repair composite resin restorations. The reduced polymerization shrinkage assigned to silorane-based composites did not establish better clinical performance, indicating that laboratory findings should be substantiated by clinical investigations. Based on the one-year examinations, repairs may be considered a reliable, conservative and effective treatment to treat defective restorations that are still clinically acceptable.

## **Acknowledgments**

We owe our thanks to FAPEMIG, who supported the present study.

## **Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

## **REFERENCES**

1. Frankenberger R, Roth S, Krämer N, Pelka M, Petschelt A (2003) Effect of preparation mode on class II resin composite repair *Journal of Oral Rehabilitation* 30(6) 559-564.
2. Tesvergil A, Lassila LVJ, Vallittu PK (2003) Composite-composite repair bond strength: effect of different adhesion primers *Journal of Dentistry* 31(8) 521-525.

3. Papacchini F, Magni E, Radovic I, Mazzitelli C, Monticelli F, Goracci C, Polimeni A, Ferrari M (2007) Effect of intermediate agents and pre-heating of repairing resin on composite-repair bonds *Operative Dentistry* 32(4) 363-371.
4. Rodriguez GDR & Pereira SNA Current trends and evolution on dental composites (2008) *Acta Odontologica Venezuelana* 46(3) 1-18.
5. Weinmann W, Thalacker C, Guggenberger R (2005) Siloranes in dental composites *Dental Materials* 21(1) 68–74.
6. Kishikawa R, Koiwa A, Chikawa H, Cho E, Inai N, Tagami J (2005) Effect of cavity form on adhesion to cavity floor *American Journal of Dentistry* 18(6) 311-314.
7. dos Santos AJ, Giannini M, Paulillo LA, Lovadino JR, de Carvalho RM (2004) Effect of irradiation mode and filling technique on resin/dentin bonding strength in Class I cavities *Brazilian Oral Research* 18(3) 260-265.
8. Eick D, Kotha SP, Chappelow CC, Kilway KV, Giese G, Glaros AG, Pinzino CS (2007) Properties of silorane-based dental resins and composites containing a stress-reducing monomer *Dental Materials* 23(8) 1011-1017.
9. Ilie N & Hickel R (2009) Macro-, micro- and nano-mechanical investigations o silorane and methacrylate-based composites *Dental Materials* 25(6) 810-819.
10. Condon JR & Ferracane JL (2000) Assessing the effect of composite formulation on polymerization stress *The Journal of the American Dental Association* 131(4) 497-503.
11. Palin WM, Fleming GJP, Burke FJT, Marquis PM, Randall RC (2005) The influence of short and medium term water immersion on the hydrolytic stability of novel low shrink dental composites *Dental Materials* 21(9) 852-863.
12. Soh MS, Yap AUJ, Sellinger A (2007) Physicomechanical evaluation of low-shrinkage dental nanocomposites based on silsesquioxane cores *European Journal of Oral Science* 115(3) 230–238.
13. Gordan VV, Shen C, Riley J, Mjor IA (2006) Two-Year clinical evaluation of repair versus replacement of composite restorations *Journal of Esthetic Dentistry* 18(3) 144-154.
14. Moncada G, Fernández E, Martín J, Arancibia C, Mjor I, Gordan VV (2008) Increasing the longevity of restorations by minimal intervention: A two-year clinical trial *Operative Dentistry* 33(3) 258-264.

15. Teixeira EC, Bayne SC, Thompson JY, Ritter AV, Edward JS (2005) Shear bond strength of self-etching bonding systems in combination with various composites used for repairing aged composites *The Journal of Adhesive Dentistry* 7(2) 159-164.
16. Forss H & Widström E (2004) Reasons for restorative therapy and the longevity of restorations in adults *Acta Odontologica Scandinavica* 62(2) 82-86.
17. Çehreli SB, Arhun N, Celik C (2010) Amalgam repair: quantitative evaluation of amalgam-resin and resin-tooth interfaces with different surface treatments *Operative Dentistry* 35(3) 337-344.
18. Fedorowicz Z, Nasser M, Wilson N. Adhesively bonded versus non-bonded amalgam restorations for dental caries. Cochrane Database of Systematic Reviews 2009, Issue 4. Art. No.: CD007517. DOI: 10.1002/14651858.CD007517.pub2.
19. Machado C, Sanchez E, Alapati S, Seghi R, Johnston W (2007) Shear bond strength of the amalgam-resin composite interface *Operative Dentistry* 32(4) 341-346.
20. Hadavi F, Hey JH, Ambrose ER, Elbadrawy HE (1993) Effect of different adhesive systems on microleakage at the amalgam/composite resin interface *Operative Dentistry* 18(1) 2-7.
21. Alani AH & Toh CG (1997) Detection of microleakage around dental restorations: a review *Operative Dentistry* 22(4) 173-185.
22. Mjör IA, Reep RL, Kubilis PS, Mondragon BE (1998) Change in size of replaced amalgam restorations: A methodological study *Operative Dentistry* 23(5) 272-277.
23. Popoff DAV, Gonçalves FS, Ferreira RC, Magalhães CS, Moreira AN, Mjör IA (2010) Repair of amalgam restorations with conventional and bonded amalgam: an *in vitro* study *Journal of Dental Science* 25(2) 154-158.
24. Moncada G, Martin J, Fernández E, Hampel MC, Mjör IA, Gordan VV (2009) Sealing, refurbishment and repair of class I and class II defective restorations: A three-year clinical trial *The Journal of the American Dental Association* 140(4) 425-432.
25. Lühns AK, Görmann B, Jaker-Guhr S, Geurtsen W (2011) Repairability of dental siloranes *in vitro*. *Dental Materials* 27 (2) 144-149.
26. Ivanovas S, Hickel R, Ilie N (2010) How to repair fillings made by silorane-based composites. *Clinical Oral Investigations* In press.

27. Mannenut C, Sakoolnamarka R, Tyas MJ (2011) The repair potential of resin composite materials *Dental Materials* 27 (2) 20-27.
28. Gordan VV, Shen C, Watson RE, Mjor IA (2005) Four-year clinical evaluation of self-etching primer and resin-based restorative material *American Journal of Dentistry* 18(1) 45-49.
29. Gordan VV, Mondragon E, Watson RE, Garvan C, Mjör IA (2007) A clinical evaluation of a self-etching primer and giomer restorative material *The Journal of the American Dental Association* 138(5) 621-627.
30. Schmidt M, Kirkevang LL, Hørsted-Bindslev P, Poulsen S (2011) Marginal adaptation of a low-shrinkage silorane-based composite: 1-year randomized clinical trial *Clinical Oral Investigations* 15(2) 291-295.
31. Christensen GJ (2007) When and how to repair a failing restoration. *The Journal of the American Dental Association* 138(5) 1605-1607.
32. Ilie N & Hickel R (2006) Silorane-based dental composite: behavior and abilities *Dental Materials Journal* 25(3) 445-454.
33. Eick JD, Smith RE, Pinzino CS, Kostoryz EL (2006) Stability of silorane dental monomers in aqueous systems *Journal of Dentistry* 34(6) 405-410.
34. Papadogiannis D, Kakaboura A, Palaghias G, Eliades G (2010) Setting characteristics and cavity adaptation of low-shrinking resin composites *Dental Materials* 25 (2) 1509-1516.
35. Hickel R, Roulet JF, Bayne S, Heintze SD, Mjör IA, Peters M, Rousson V, Randall R, Schmalz G, Tyas M, Vanherle G (2007) Recommendations for conducting controlled clinical studies of dental restorative materials. Science Committee Project 2/98--FDI World Dental Federation study design (Part I) and criteria for evaluation (Part II) of direct and indirect restorations including onlays and partial crowns *Journal of Adhesive Dentistry* 9(10) 121-147.
36. Ruttermann S, Kruger S, Raab WH, Janda R (2007) Polymerization shrinkage and hygroscopic expansion of contemporary posterior resin-based filling materials - a comparative study *Journal of Dentistry* 35(10) 806-813.
37. Park J, Chang J, Ferracane J, Lee IB (2008) How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling? *Dental Materials* 24(11) 1501-1505.
38. Marghalani HY (2010) Effect of finishing/polishing systems on the surface roughness of novel posterior composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 22(2)127-138

- 39.Hahnel S, Henrich A, Bürgers R, Handel G, Rosentrit M (2010) Investigation of mechanical properties of modern dental composites after artificial aging for one year *Operative Dentistry* 35(4) 412-419.
- 40.Zhang Y & Xu J (2008) Effect if immersion in various media on the sorption, solubility, elution of unreacted monomers, and flexural properties of two model dental composite compositions *Journal of Material Science Materials in Medicine* 19(6) 2477-2483.
- 41.Baratieri LN & Ritter AV (2001) Four-year clinical evaluation of posterior resin-based composite restorations placed using the total-etching technique *Journal of Esthetic Restorative Dentistry* 13(1) 50-57.
- 42.Pashley DH (1992) The effects of acid etching on the pulpodentin complex *Operative Dentistry* 17(7) 229-242.

## TABLES

Table 1. Modified U.S. Public Health Service clinical criteria

CATEGORY	RATING	CRITERIA DESCRIPTIONS
MARGINAL ADAPTATION	ALFA (A)	Restoration adapts closely to the tooth structure, there is no visible crevice
	BRAVO (B)	There is a visible crevice, the explorer will penetrate, without dentin exposure
	CHARLIE (C)	The explorer penetrates into crevice in which dentin or the base is exposed
ANATOMIC FORM	ALFA (A)	Anatomic form ideal
	BRAVO (B)	Restoration is under-contoured, without dentin or base exposure
	CHARLIE (C)	Restoration is under-contoured, with dentin or base exposure. Anatomic form is unsatisfactory. Restoration needs replacement
MARGINAL DISCOLORATION	ALFA (A)	No marginal discoloration
	BRAVO (B)	Minor marginal discoloration without staining toward pulp, only visible using mirror and operating light
	CHARLIE (C)	Deep discoloration with staining toward pulp, visible at a speaking distance of 60-100 cm
SURFACE ROUGHNESS	ALFA (A)	As smooth as the surrounding enamel
	BRAVO (B)	Rougher than surrounding enamel. Improvement by finishing is feasible
	CHARLIE (C)	Very rough, could become anti-aesthetic and / or retain biofilm. Improvement by finishing is not feasible
POST-OPERATIVE SENSITIVITY	ALFA (A)	No postoperative sensitivity
	BRAVO (B)	Short-term and tolerable postoperative sensitivity
	CHARLIE (C)	Long-term or intolerable postoperative sensitivity. Restoration replacement is necessary
SECONDARY CARIES	ALFA (A)	No active caries present
	CHARLIE (C)	Active caries is present in contact with the restoration

Table 2. Materials: Chemical composition and manufacturers

Material	Chemical composition	Manufacturers
Magic Acid Gel	37% Phosphoric acid	VIGODENT/COLTENE
Adper™ SE Plus Self- Etch Adhesive - Liquid A	Water, HEMA, Surfactant, Pink colorant	3M/ESPE
Adper™ SE Plus Self- Etch Adhesive – Liquid B	UDMA, TEGMA, TMPTMA, HEMA, MHP, Bonded zircônia nanofiller, Initiator system based on camphorquinone.	3M/ESPE
Filtek P60 Posterior Restorative	<b>Matrix:</b> UDMA (urethane dimethacrylate, TEG-DMA, BIS-EMA; <b>Filler:</b> Silica/Zirconia; <b>Initiator system:</b> Camphorquinone	3M/ESPE
P90 System Adhesive Self-Etch Primer	Phosphorylated methacrylates, Vitrebond™ copolymer, Bis-GMA, HEMA, water and ethanol, silane-treated silica, initiators and stabilizers.	3M/ESPE
P90 System Adhesive Bond	3M/ESPE hydrophobic bifunctional monomer, acidic monomers, silane-treated silica, initiators and stabilizers.	3M/ESPE
Filtek P90 Low Shrink Posterior Restorative	<b>Matrix:</b> Silorane; <b>Filler:</b> Quartz, Yttrium fluoride; <b>Initiator system:</b> Camphorquinone, iodonium salts and electron donors; <b>Stabilizers and pigments</b>	3M/ESPE

Table 3. Clinical sequence of repair procedures

Repair Procedure	Filtek™ P90 / P90 System adhesive	Filtek™ P60 / Adper™ SE Plus
Removal of restorative material from the defective area with spherical diamond burs # 1010 -1014 (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brazil)	x	x
Rubber dam	x	x
Etching of enamel with 37% Phosphoric acid for 15 sec.	x	x
Rinse the acid with water and air dried	x	x
Removal of excess water with absorbent paper	x	x
Application of self etching primer for 15 sec.	x	
Application of Liquid A ( Adper™ SE Plus) for 10 sec.		x
Light cured for 10 sec.	x	
Adhesive application with disposable brush	x	
Application of Liquid B (Adper™ SE Plus) for 20 sec.		x
Light cured for 10 sec	x	x
Insertion of 2 mm of maximum thickness horizontal increments and resin sculpture	x	
Insertion of 2 mm of maximum thickness oblique increments and resin sculpture		x
Light curing (600mW/cm <sup>2</sup> )	40 seconds	20 seconds
Removal of excess restorative material with a scalpel blade #15	x	x
Finishing with #9714FF bur (KG Sorensen, Rio de Janeiro, RJ, Brazil)	x	x
Polishing with Enhance System (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brazil) – one week after repair procedures.	x	x

Figure 1. Flowchart of patients and number of restorations through each stage of the study

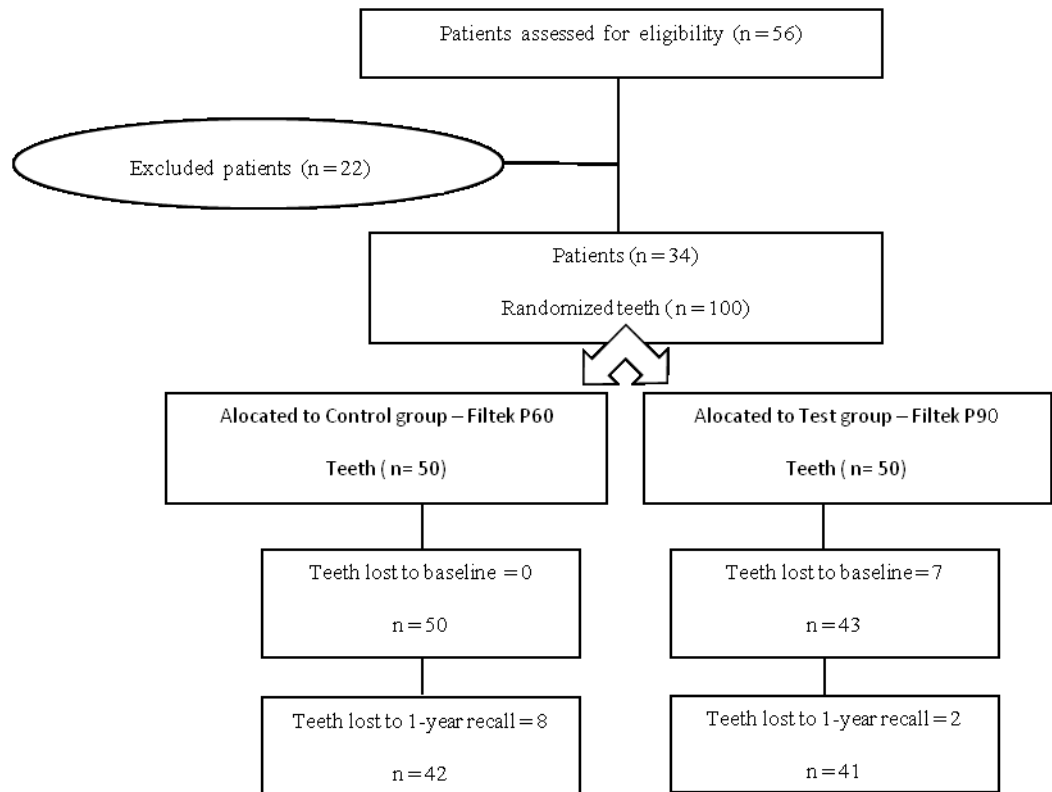


Table 4. Frequency of Alpha and Bravo ratings according to the materials tested at baseline and at one-year recall examination

		<b>P60 (%)</b>		<b>P90(%)</b>	
		<b>Baseline</b>	<b>1 Year</b>	<b>Baseline</b>	<b>1 Year</b>
<b>Marginal adaptation</b>	<b>Alfa</b>	94	95.2	100	100
	<b>Bravo</b>	6	4.8	0	0
<b>Anatomic form</b>	<b>Alfa</b>	98	95.2	88.4	87.8
	<b>Bravo</b>	2	4.8	11.6	12.2
<b>Surface roughness</b>	<b>Alfa</b>	80	71.4	65.1	63.4
	<b>Bravo</b>	20	28.6	34.9	36.6
<b>Marginal discoloration</b>	<b>Alfa</b>	98	100	100	92.7
	<b>Bravo</b>	2	0	0	7.3
<b>Post-operative sensitivity</b>	<b>Alfa</b>	100	100	95.3	100
	<b>Bravo</b>	0	0	4.7	0
<b>Secondary caries</b>	<b>Alfa</b>	100	100	100	100
	<b>Bravo</b>	0	0	0	0



Table 5. Comparison between the materials tested for all clinical criteria at each examination period.

	Restorations rated Alpha (%)					
	Baseline			1 year		<i>p-value</i>
	Filtek P60	Filtek P90	<i>p-value</i>	Filtek P60	Filtek P90	
<b>Marginal Adaptation</b>	94.0	100.0	0.104	95.2	97.6	0.573
<b>Anatomic Form</b>	98.0	88.4	0.061	95.2	87.8	0.226
<b>Surface roughness</b>	80.0	65.1	0.108	71.4	63.4	0.439
<b>Marginal discoloration</b>	98.0	100.0	0.354	100.0	92.7	0.076
<b>Post-operative sensitivity</b>	100.0	95.3	0.125	100.0	100.0	1.00
<b>Secondary caries</b>	100.0	100.0	1.00	100.0	100.0	1.00

Table 6. Comparison between each material independently for all clinical parameters, at baseline and at one-year recall examination

		<b>Restorations rated alpha (%)</b>					
		<b>Marginal adaptation</b>	<b>Anatomic form</b>	<b>Surface Roughness</b>	<b>Marginal discoloration</b>	<b>Post-operative sensitivity</b>	<b>Secondary caries</b>
<b>Filtek P60</b>	<b>Baseline</b>	94.0	98.0	80.0	98.0	100.0	100.0
	<b>12-month</b>	95.2	95.2	71.4	100.0	100.0	100.0
	<i>p-value</i>	0.317	0.317	0.180	0.317	1.00	1.00
<b>Filtek P90</b>	<b>Baseline</b>	100.0	88.4	65.1	100.0	95.3	100.0
	<b>12-month</b>	97.6	87.8	63.4	92.7	100.0	100.0
	<i>p-value</i>	0.317	1.00	0.317	0.083	0.317	1.00

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após um ano, a resina composta à base de silorano apresentou desempenho clínico similar à resina composta à base de dimetacrilato quando utilizada para reparar restaurações de resina composta à base de dimetacrilato.

O adequado desempenho clínico dos reparos realizados com a resina composta à base de silorano, de nova tecnologia química, está relacionado ao uso de um sistema adesivo de nova formulação química, especificamente desenvolvido para proporcionar adesão ao compósito à base de silorano.

A reduzida contração de polimerização atribuída ao silorano não foi suficiente para estabelecer uma melhor performance clínica para esse compósito.

Achados laboratoriais devem ser reforçados por investigações clínicas.

Baseados nos resultados de um ano, os reparos podem ser considerados procedimentos clínicos seguros, eficazes e conservadores para o tratamento de restaurações com defeitos localizados, contudo ainda clinicamente aceitáveis.

No entanto, avaliações em períodos mais longos são necessárias para determinar o desempenho clínico dos reparos realizados com o novo compósito a longo prazo.

## REFERÊNCIAS

- 01- Gordan VV, Shen C, Watson RE, Mjor IA. Four-year clinical evaluation of self-etching primer and resin-based restorative material. *Am J Dent* 2005; 18:45-49.
- 02- Teixeira EC, Bayne SC, Thompson JY, Ritter AV, Edward JS. Shear bond strength of self-etching bonding systems in combination with various composites used for repairing aged composites. *J Adhes Dent* 2005; 7:159-164.
- 03- Lührs AK, Görmann B, Jaker-Guhr S, Geurtsen W. Repairability of dental siloranes in vitro. *Dent Mater* 2011; 27: 144-149.
- 04- Papacchini F, Magni E, Radovic I, Mazzitelli C, Monticelli F, Goracci C, Polimeni A, Ferrari M. Effect of intermediate agents and pre-heating of repairing resin on composite-repair bonds. *Oper Dent* 2007; 32:363-371.
- 05- Bonstein T, Garlapo D, Donarummo Jr J, Bush PJ. Evaluation of varied repair protocols applied to aged composite resin. *J Adhes Dent* 2005; 7:41-49.
- 06- Rodriguez G D R, Pereira S N A. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontol Venez* 2008; 46: 1-18.
- 07- Weinmann W, Thalacker C, Guggenberger R. Siloranes in dental composites. *Dent Mater* 2005; 21: 68-74.
- 08- Lien W, Vandewalle, KS. Physical properties of a new silorane-based restorative system. *Dent Mater* 2010; 26:337-344.
- 09- Min SH, Ferracane J, Lee IB. Effect of shrinkage strain, modulus, and instrument compliance on polymerization shrinkage stress of light-cured composites during the initial curing stage. *Dent Mater* 2010; 26:1024-1033.
- 10- Eick JD, Kotha SP, Chappelow CC, Kilway KV, Giese G, Glaros AG, Pinzino CS. Properties of silorane-based dental resins and composites containing a stress-reducing monomer. *Dent Mater* 2007; 23: 1011-1017.
- 11- Ilie N, Hickel R. Silorane-based dental composite: behaviors and abilities. *Dent Mater J* 2006; 25: 445-454.
- 12- Pérez MM, Ghinea R, Ugarte-Alván LI, Pulgar R, Paravina RD. Colour and translucency in silorane-based resin composite compared to universal and nonfilled composites. *J Dent* 2010; 38:110-116.
- 13- Eick JD, Smith RE, Pinzino CS, Kostoryz EL. Stability of silorane dental monomers in aqueous systems. *J Dent* 2006; 34:405-410
- 14- Palin W M, Fleming G J P, Burke F JT, Marquis P M, Randall R C. The influence of short and medium term water immersion on the hydrolytic stability of novel low shrink dental composites. *Dent Mater* 2005; 21: 852-863.

- 15- Soh MS, Yap AUJ, Sellinger A. Physicomechanical evaluation of low-shrinkage dental nanocomposites based on silsesquioxane cores. *Eur J Oral Sci* 2007;115: 230–238.
- 16- Gordan VV, Shen C, Riley J, Mjor IA. Two-year clinical evaluation of repair versus replacement of composite restorations. *J Esthet Dent* 2006;18:144-154
- 17- Moncada G, Fernández E, Martin J, Arancibia C, Mjor I, Gordan VV. Increasing the longevity of restorations by minimal intervention: A two-year clinical trial. *Oper Dent* 2008; 33: 258-264.
- 18- Fawzy AS, El-Askary FS, Amer MA. Effect of surface treatment on the tensile bond strength of repaired water-aged anterior restorative micro-fine hybrid resin composite. *J Dent* 2008; 36: 969-976.
- 19- Hickel R, Peschke A, Tyas M, Mjör IA, Bayne S, Peters M, Hiller KA, Randall R, Vanherle G, Heintze SD. FDI World Dental Federation: clinical criteria for the evaluation of direct and indirect restorations - update and clinical examples. *Clin Oral invest* 2010; 14:349-336
- 20- Moncada G, Martin J, Fernández E, Hempel MC, Mjör IA, Gordan VV. Sealing, Refurbishment and Repair of Class I and II defective restorations: A three-year clinical trial. *JADA* 2009; 140:425-432.
- 21- Christensen GJ. When and how to repair a failing restoration. *J Am Dental Assoc* 2007; 138:1605-1607.
- 22- Cavalcanti AN, Lavigne C, Fontes CM, Mathias P. Microinfiltração na interface compósito-reparo: efeito de diferentes sistemas adesivos. *J Appl Oral Sci* 2004; 12: 219-222
- 23- Bowen R L. Use of epoxy resin in restorative materials. *J Dent Res* 1958; 35: 360-369.
- 24- Bowen R L. Properties of silica reinforced polymer for dental restorations. *J Am Dental Assoc* 1963; 66: 57-64.
- 25- Frankenberger R, Roth S, Krämer N, Pelka M, Petschelt A. Effect of preparation mode on class II resin composite repair. *J. Oral Rehabil* 2003; 30:559-564.
- 26- Yamazaki PCV, Bedran-Russo AKB, Pereira PNR, Wsift-Jr EJ. Microleakage evaluation of a new low-shrinkage composite restorative material. *Oper Dent* 2006; 31:670-676.
- 27- Ernst CP, Meyer GR, Klöcker K, Willershausen B. Determination of polymerization shrinkage stress by means of a photoelastic investigation. *Dent Mater* 2004; 20:313-321.
- 28- Palin WM, Fleminga GJP, Nathwania H, Burkeb FJT, Randall RC. In vitro cuspal deflection and microleakage of maxillary premolars restored with novel low-shrink dental composites. *Dent Mater* 2005; 21: 324-335.

- 29- Bouillaguet S, Gamba J, Forchelet J, Krejci I , Wataha J C. Dynamics of composite polymerization mediates the development of cuspal strains. *Dent Mater* 2006; 22: 896–902.
- 30- Kostoryz E L, Zhu Q, Zhao Hong, Glaros A G , Eick J D. Assessment of cytotoxicity and DNA damage exhibited by siloranes and oxiranes in cultured mammalian cells. *Mutat Res* 2007; 634: 156–162.
- 31- Schmidt M, Kirkevang LL, Hørsted-Bindslev P, Poulsen S. Marginal adaptation of a low-shrinkage silorane-based composite: 1-year randomized clinical trial. *Clin Oral Invest* 2011; 15: 291-295.
- 32- van Dijken JW, Linberg A. Clinical effectiveness of a low-shrinkage resin composite: a five-year evaluation. *J Adhes Dent* 2009; 11:143-148.
- 33- Elderton RJ. *Ciclo Restaurador Repetitivo. Promoção de Saúde Bucal*, São Paulo: p. 193-200, 1997.
- 34- Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977; 33:159-174.
- 35- Escosteguy CC. Tópicos Metodológicos e Estatísticos em Ensaio Clínicos Controlados Randomizados. *Arq Bras Cardiol* 1999; 72:139-143.

## ANEXO I



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP

Parecer nº. ETIC 0546.0.203.000-09

**Interessado(a): Prof. Allyson Nogueira Moreira**  
**Departamento Odontologia Restauradora**  
**Faculdade de Odontologia - UFMG**

### DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 04 de dezembro de 2009, após atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado "**Comportamento clínico de reparos em restaurações de resina composta: estudo longitudinal randomizado controlado**" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

**Prof. Maria Teresa Marques Amaral**  
**Coordenadora do COEP-UFMG**

## ANEXO II

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Convido \_\_\_\_\_ o/a  
Sr.(a): \_\_\_\_\_, a participar da pesquisa “Comportamento clínico de reparos em restaurações de resina composta: estudo longitudinal randomizado”, sob a responsabilidade dos pesquisadores: Daniela Araújo Veloso Popoff, Allyson Nogueira Moreira, Cláudia Silami de Magalhães e Raquel Conceição Ferreira.

Nesta pesquisa vamos comparar o desempenho de dois tipos de resinas compostas para o reparo de obturações dentárias defeituosas, avaliando, ao longo do tempo, se as restaurações permanecem bem adaptadas, lisas, com boa cor e bom formato. As avaliações serão feitas no dia do polimento das obturações e depois de passados 6, 12 e 18 meses.

**Sobre a pesquisa:** Para participar dessa pesquisa, o paciente deve possuir pré-molares e/ou molares com obturações clinicamente insatisfatórias, além de uma boa higiene bucal. Um pesquisador da equipe fará o exame de sua boca confirmando o estado dos dentes. Em consultas que serão marcadas com antecedência, os dentes serão anestesiados, quando necessário, e preparados para receber os reparos, de acordo com as técnicas adequadas por um outro pesquisador também da equipe. Após uma semana, as obturações serão polidas e avaliadas pelo primeiro pesquisador. O paciente será chamado de volta à clínica para novas avaliações em 6, 12 e 18 meses, quando poderá ser feito um molde de cada obturação para observação em um microscópio. Serão feitas fotografias dos dentes reparados.

A pesquisa será realizada nas clínicas odontológicas das faculdades de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e da Associação Educativa do Brasil (SOEBRAS), pelos seguintes pesquisadores: Daniela Araújo Veloso Popoff, mestra, professora da UNIMONTES e aluna da pós-graduação em Odontologia da UFMG; Thalita Thyrza Almeida Santa Rosa, mestra e professora da UNIMONTES; Allyson Nogueira Moreira, Doutor, professor da UFMG e orientador desta pesquisa e Cláudia Silami de Magalhães, Doutora professora da UFMG e orientadora desta pesquisa.

Não haverá risco à saúde e bem estar dos pacientes e em nenhum momento esses terão seu nome divulgado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a sua identidade será preservada. Os pacientes não terão qualquer ônus ou ganho financeiro por participar da pesquisa, porém serão beneficiados com os tratamentos propostos, pois seus dentes



necessitam de intervenção, sendo este o critério utilizado para a realização do tratamento.

O paciente é livre para desistir de participar da pesquisa a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

O paciente, concordando com a participação nesta pesquisa, assinará este termo em duas vias de igual teor e forma, ficando uma via consigo e outra via com os pesquisadores.

Belo Horizonte/Montes Claros, de de 2010. .

Assinatura do (a) participante:

Assinatura da pesquisadora:

Coloco-me à disposição para quaisquer outros esclarecimentos.

Dados para contato:

Comitê de Ética em Pesquisa (COEP – UFMG)

Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II – 2º andar –

Sala 2005 – Telefax: 3409 4592 – Belo Horizonte – MG.

Daniela Araújo Veloso Popoff - Telefone: 38 9985 9911

Allyson Nogueira Moreira - Telefone: 31 3409 2456

Cláudia Silami de Magalhães. Telefone: 31 3409 2456

Thalita Thyrza Almeida Santa Rosa - Telefone: 38 9972 1205

Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627. Faculdade de Odontologia. Campus Pampulha. Sala 3342.

## ANEXO III

# Ficha de avaliação clínica

### IDENTIFICAÇÃO DO PACIENTE

NOME: \_\_\_\_\_ FICHA Nº \_\_\_\_\_

SEXO: F ( ) M ( ) IDADE: \_\_\_\_\_ DATA DE NASCIMENTO: \_\_/\_\_/\_\_\_\_

MUNICÍPIO DE ORIGEM: \_\_\_\_\_

ENDEREÇO RESIDENCIAL: \_\_\_\_\_

TELEFONE RESIDENCIAL: ( ) \_\_\_\_\_

PROFISSÃO: \_\_\_\_\_ RENDA FAMILIAR: \_\_\_\_\_

ENDEREÇO COMERCIAL: \_\_\_\_\_

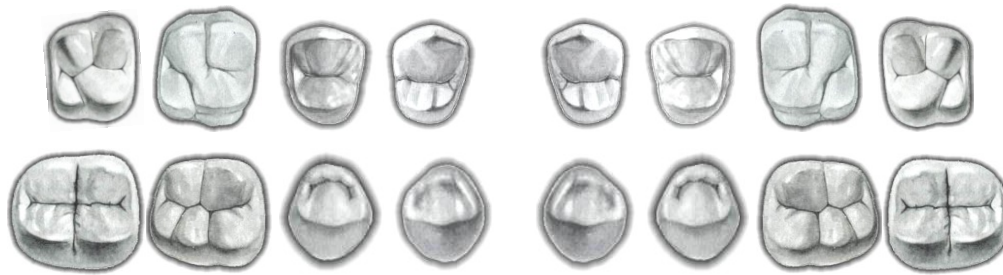
TELEFONE COMERCIAL: ( ) \_\_\_\_\_

OUTROS CONTATOS: \_\_\_\_\_

### QUESTIONÁRIO DE SAÚDE

Está sob tratamento médico?	Motivo?
Já teve hemorragia? Quando?	Por que?
Sofre(u) de algum tipo de alergia?	A que?
Já teve reumatismo infeccioso?	Quando?
Sofre(u) de distúrbios cardiovasculares?	Qual?
Sofre(u) de gastrite ou úlcera?	
É diabético ou possui algum familiar com a doença?	Quem?
Já desmaiou alguma vez? Quando?	Por que?
Está tomando algum medicamento?	Qual?
Esteve doente, internado ou foi operado(a) nos últimos 5 anos?	
Faz uso de álcool e/ou tabaco?	

REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS SUPERFÍCIES DENTÁRIAS RESTAURADAS E REPARADAS



ODONTOGRAMA

CPOD:

			55	54	53	52	51	61	62	63	64	65			
18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38
			85	84	83	82	81	71	72	73	74	75			

DENTES PERMANENTES	CONDIÇÃO/ESTADO
Coroa	
0	HÍGIDO
1	CARIADO
2	RESTAURADO, MAS COM CÁRIE.
3	RESTAURADO E SEM CÁRIE
4	PERDIDO DEVIDO À CÁRIE
5	PERDIDO POR OUTRAS RAZÕES
6	APRESENTA SELANTE
7	APOIO DE PONTE OU COROA
8	NÃO ERUPCIONADO – RAIZ NÃO EXPOSTA
T	TRAUMA (FRATURA)
9	DENTE EXCLUÍDO

AVALIAÇÃO PERIODONTAL

DATA DO EXAME:  
 ÍNDICE DE PLACA:  
 DATA:  
 IPV: %

Dente	18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
Índice de placa																

Dente	38	37	36	35	34	33	32	31	41	42	43	44	45	46	47	48
Índice de placa																

Alinhamento dos dentes: \_\_\_\_\_

Contato Oclusal: \_\_\_\_\_

Condição do dente antagonista: \_\_\_\_\_

Alteração de cor: \_\_\_\_\_

Profundidade do prepare e tipo de proteção: \_\_\_\_\_

### CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO CLÍNICA

#### BASE LINE

<b>CATEGORIA</b>	<b>ALFA</b>	<b>BRAVO</b>	<b>CHARLIE</b>
ADAPTAÇÃO MARGINAL OCLUSAL			
FORMA ANATÔMICA OCLUSAL			
RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE			
MANCHAMENTO MARGINAL			
SENSIBILIDADE PÓS-OPERATÓRIA			
CÁRIE SECUNDÁRIA			

<b>CATEGORIA</b>	<b>ALFA</b>	<b>BRAVO</b>	<b>CHARLIE</b>
ADAPTAÇÃO MARGINAL OCLUSAL			
FORMA ANATÔMICA OCLUSAL			
RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE			
MANCHAMENTO MARGINAL			
SENSIBILIDADE PÓS-OPERATÓRIA			
CÁRIE SECUNDÁRIA			

6 MESES

<b>CATEGORIA</b>	<b>ALFA</b>	<b>BRAVO</b>	<b>CHARLIE</b>
ADAPTAÇÃO MARGINAL OCLUSAL			
FORMA ANATÔMICA OCLUSAL			
RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE			
MANCHAMENTO MARGINAL			
SENSIBILIDADE PÓS-OPERATÓRIA			
CÁRIE SECUNDÁRIA			

<b>CATEGORIA</b>	<b>ALFA</b>	<b>BRAVO</b>	<b>CHARLIE</b>
ADAPTAÇÃO MARGINAL OCLUSAL			
FORMA ANATÔMICA OCLUSAL			
RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE			
MANCHAMENTO MARGINAL			
SENSIBILIDADE PÓS-OPERATÓRIA			
CÁRIE SECUNDÁRIA			

12 MESES

<b>CATEGORIA</b>	<b>ALFA</b>	<b>BRAVO</b>	<b>CHARLIE</b>
ADAPTAÇÃO MARGINAL OCLUSAL			
FORMA ANATÔMICA OCLUSAL			
RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE			
MANCHAMENTO MARGINAL			
SENSIBILIDADE PÓS-OPERATÓRIA			
CÁRIE SECUNDÁRIA			

<b>CATEGORIA</b>	<b>ALFA</b>	<b>BRAVO</b>	<b>CHARLIE</b>
ADAPTAÇÃO MARGINAL OCLUSAL			
FORMA ANATÔMICA OCLUSAL			
RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE			
MANCHAMENTO MARGINAL			
SENSIBILIDADE PÓS-OPERATÓRIA			
CÁRIE SECUNDÁRIA			

18 MESES

<b>CATEGORIA</b>	<b>ALFA</b>	<b>BRAVO</b>	<b>CHARLIE</b>
ADAPTAÇÃO MARGINAL OCLUSAL			
FORMA ANATÔMICA OCLUSAL			
RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE			
MANCHAMENTO MARGINAL			
SENSIBILIDADE PÓS-OPERATÓRIA			
CÁRIE SECUNDÁRIA			

<b>CATEGORIA</b>	<b>ALFA</b>	<b>BRAVO</b>	<b>CHARLIE</b>
ADAPTAÇÃO MARGINAL OCLUSAL			
FORMA ANATÔMICA OCLUSAL			
RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE			
MANCHAMENTO MARGINAL			
SENSIBILIDADE PÓS-OPERATÓRIA			
CÁRIE SECUNDÁRIA			



## ANEXO IV

### Instruções aos autores para a submissão de manuscritos à Acta Odontologica Latinoamericana – Artigo I

Modified according to the recommendations of the Committee of Medical Journal Editors ([www.icmje.org](http://www.icmje.org)).

Please e-mail your manuscript, tables and figures to [editor@actaodontologicalat.com](mailto:editor@actaodontologicalat.com) with copy to [mitoiz@odon.uba.ar](mailto:mitoiz@odon.uba.ar). Authors are advised to keep a copy for their files.

Authors are responsible for all statements made in their papers. It is understood that the manuscript is not under consideration in any other journal.

In view of the considerations expressed in our Editorial Policy, papers will be published in English. In addition to the scientific review, AOL will conduct a technical review and a language review. To facilitate the work of the authors, AOL offers a manuscript translation service, and authors who wish to make use of it should indicate so in the letter accompanying their paper. The translation fee is 5 dollars per 100 words of translated text. AOL may correct the language in papers submitted in English, and authors will be billed according to how much correcting the manuscripts require. The translation/correction service will only be performed if the paper has been accepted for publication, after scientific review.

Manuscripts should be double spaced and organized as follows: running head – no more than 40 letters; full title in English; authors separated by commas including the full name used for indexing and the rest with initials; affiliation(s) in English, indicating each author's affiliation by means of a superscript; 150-300 word abstract; keywords (no more than six, which must be listed in PubMed's MeSH); title, abstract and keywords in Spanish or Portuguese. If desired, the abstract in Spanish or Portuguese may be longer (up to 500 words).

The text should include the following headings: introduction, materials and methods, results, discussion, acknowledgments, contact information (name, mailing address and e-mail address of the corresponding author), references and legends for figures.

References should be indicated in the manuscript with superscripts and numbered consecutively according to the order in which they have been cited in the text. Format and punctuation should match the following example:

1. Ghiabi M, Gallagher GT, Wong DT. Eosinophils, tissue eosinophilia and eosinophil-derived transforming growth factor alpha in hamster oral carcinogenesis. *Cancer Res* 1992; 52:389-393.

Journal names should be abbreviated as in MEDLINE/PubMed. If abstracts are cited, [Abstract] should be added after the title.

Book citations should include book title and the chapter title, where applicable, author(s) of the book and chapter, year of publication and publisher.

Photographs should be sent in separate files, without their legends, in \*.tiff, \*.jpg or \*.epf format, resolution 300dpi, size 100 %, and numbered consecutively according to their appearance in the text. Diagrams, graphs and tables should have proportions that render them legible, in the width of one or two columns of the printed journal (7.5 or 16.5 cm), and be designed on Excel or Power Point. Photographs, diagrams and graphs should be indicated as Fig. (figures) and numbered with consecutive Arabic numerals according to their order of appearance in the text. Tables should be numbered with a separate series of Arabic numerals, have a title, and any abbreviations should be explained in a footnote. Legends for figures should be included at the end of the manuscript. Figures or diagrams in color will only be published if the author covers the cost.

There is a publication fee of 15 dollars per printed page. Authors will be sent a pdf. file of their paper and one copy of the printed journal.

Annual subscription (three issues): 55 dollars. Members of the Argentine Society for Dental Research (Sociedad Argentina de Investigación Odontológica) may purchase a subscription at a preferential rate if ordered on paying yearly fees. Updated fees may be viewed at [www.saio.org.ar](http://www.saio.org.ar).

## ANEXO V

### Instruções aos autores para a submissão de manuscritos à Operative Dentistry – Artigo II

#### New Instructions as of 20 September 2008

Operative Dentistry requires electronic submission of all manuscripts. All submissions must be sent to Operative Dentistry using the [Allen Track upload site](#). Your manuscript will only be considered officially submitted after it has been approved through our initial quality control check, and any problems have been fixed. You will have 6 days from when you start the process to submit and approve the manuscript. After the 6 day limit, if you have not finished the submission, your submission will be removed from the server. You are still able to submit the manuscript, but you must start from the beginning. Be prepared to submit the following manuscript files in your upload:

- A Laboratory or Clinical Research Manuscript file must include:
  - a title
  - a running (short) title
  - a clinical relevance statement
  - a concise summary (abstract)
  - introduction, methods & materials, results, discussion and conclusion
  - references (see Below)
  - The manuscript **MUST NOT** include any:
    - identifying information such as:
      - Authors
      - Acknowledgements
      - Correspondence information
    - Figures
    - Graphs
    - Tables
- An acknowledgement, disclaimer and/or recognition of support (if applicable) must in a separate file and uploaded as supplemental material.
- All figures, illustrations, graphs and tables must also be provided as individual files. These should be high resolution images, which are used by the editor in the actual typesetting of your manuscript. Please refer to the instructions below for acceptable formats.
- All other manuscript types use this template, with the appropriate changes as listed below.

Complete the online form which includes complete author information and select the files you would like to send to Operative Dentistry. Manuscripts that do not meet our formatting and data requirements listed below will be sent back to the corresponding author for correction.

## **GENERAL INFORMATION**

- All materials submitted for publication must be submitted exclusively to Operative Dentistry.
- The editor reserves the right to make literary corrections.
- Currently, color will be provided at no cost to the author if the editor deems it essential to the manuscript. However, we reserve the right to convert to gray scale if color does not contribute significantly to the quality and/or information content of the paper.
- The author(s) retain(s) the right to formally withdraw the paper from consideration and/or publication if they disagree with editorial decisions.
- International authors whose native language is not English must have their work reviewed by a native English speaker prior to submission.
- Spelling must conform to the American Heritage Dictionary of the English Language, and SI units for scientific measurement are preferred.
- While we do not currently have limitations on the length of manuscripts, we expect papers to be concise; Authors are also encouraged to be selective in their use of figures and tables, using only those that contribute significantly to the understanding of the research.
- Acknowledgement of receipt is sent automatically. If you do not receive such an acknowledgement, please contact us at [editor@iopdent.org](mailto:editor@iopdent.org) rather than resending your paper.
- **IMPORTANT:** Please add our e-mail address to your address book on your server to prevent transmission problems from spam and other filters. Also make sure that your server will accept larger file sizes. This is particularly important since we send page-proofs for review and correction as .pdf files.

## **REQUIREMENTS**

### **• FOR ALL MANUSCRIPTS**

1. **CORRESPONDING AUTHOR** must provide a WORKING / VALID e-mail address which will be used for all communication with the journal.

**NOTE:** Corresponding authors MUST update their profile if their e-mail or postal address changes. If we cannot contact authors within seven days, their manuscript will be removed from our publication queue.

2. **AUTHOR INFORMATION** must include:
  - full name of all authors
  - complete mailing address for each author
  - degrees (e.g. DDS, DMD, PhD)
  - affiliation (e.g. Department of Dental Materials, School of Dentistry, University of Michigan)
3. **MENTION OF COMMERCIAL PRODUCTS/EQUIPMENT** must include:

- full name of product

- full name of manufacturer
  - city, state and/or country of manufacturer
4. **MANUSCRIPTS AND TABLES** must be provided as Word files. Please limit size of tables to no more than one US letter sized page. (8 ½" x 11")
5. **ILLUSTRATIONS, GRAPHS AND FIGURES** must be provided as TIFF or JPEG files with the following parameters
- line art (and tables that are submitted as a graphic) must be sized at approximately 5" x 7" and have a resolution of 1200 dpi.
  - gray scale/black & white figures must have a minimum size of 3.5" x 5", and a maximum size of 5" x 7" and a minimum resolution of 300 dpi and a maximum of 400 dpi.
  - color figures must have a minimum size of 2.5" x 3.5", and a maximum size of 3.5" x 5" and a minimum resolution of 300 dpi and a maximum of 400 dpi.
  - color photographs must be sized at approximately 3.5" x 5" and have a resolution of 300 dpi.

• **OTHER MANUSCRIPT TYPES**

1. **CLINICAL TECHNIQUE/CASE STUDY MANUSCRIPTS** must include:
- a running (short) title
  - purpose
  - description of technique
  - list of materials used
  - potential problems
  - summary of advantages and disadvantages
  - references (see below)
2. **LITERATURE AND BOOK REVIEW MANUSCRIPTS** must include:
- a running (short) title
  - a clinical relevance statement based on the conclusions of the review
  - conclusions based on the literature review...without this, the review is just an exercise
  - references (see below)

• **FOR REFERENCES**

**REFERENCES** must be numbered (superscripted numbers) consecutively as they appear in the text and, where applicable, they should appear after punctuation.

The reference list should be arranged in numeric sequence at the end of the manuscript and should include:

1. Author(s) last name(s) and initial (ALL AUTHORS must be listed) followed by the date of publication in parentheses.
2. Full article title.
3. Full journal name in italics (no abbreviations), volume and issue numbers and first and last page numbers complete (i.e. 163-168 NOT attenuated 163-68).
4. Abstracts should be avoided when possible but, if used, must include the above plus the abstract number and page number.
5. Book chapters must include chapter title, book title in italics, editors' names (if appropriate), name of publisher and publishing address.
6. Websites may be used as references, but must include the date (day, month and year) accessed for the information.
7. Papers in the course of publication should only be entered in the references if they have been accepted for publication by a journal and then given in the standard manner with "In press" following the journal name.
8. **DO NOT** include unpublished data or personal communications in the reference list. Cite such references parenthetically in the text and include a date.

#### EXAMPLES OF REFERENCE STYLE

- Journal article: two authors  
Evans DB & Neme AM (1999) Shear bond strength of composite resin and amalgam adhesive systems to dentin *American Journal of Dentistry* **12(1)** 19-25.
- Journal article: multiple authors  
Eick JD, Gwinnett AJ, Pashley DH & Robinson SJ (1997) Current concepts on adhesion to dentin *Critical Review of Oral and Biological Medicine* **8(3)** 306-335.
- Journal article: special issue/supplement  
Van Meerbeek B, Vargas M, Inoue S, Yoshida Y, Peumans M, Lambrechts P & Vanherle G (2001) Adhesives and cements to promote preservation dentistry *Operative Dentistry (Supplement 6)* 119-144.
- Abstract:  
Yoshida Y, Van Meerbeek B, Okazaki M, Shintani H & Suzuki K (2003) Comparative study on adhesive performance of functional monomers *Journal of Dental Research* **82(Special Issue B)** Abstract #0051 p B-19.
- Corporate publication:  
ISO-Standards (1997) ISO 4287 Geometrical Product Specifications Surface texture: Profile method – Terms, definitions and surface texture parameters *Geneve: International Organization for Standardization 1st edition* 1-25.

- Book: single author  
Mount GJ (1990) *An Atlas of Glass-ionomer Cements* Martin Duntz Ltd, London.
- Book: two authors  
Nakabayashi N & Pashley DH (1998) *Hybridization of Dental Hard Tissues* Quintessence Publishing, Tokyo.
- Book: chapter  
Hilton TJ (1996) Direct posterior composite restorations In: Schwartz RS, Summitt JB, Robbins JW (eds) *Fundamentals of Operative Dentistry* Quintessence, Chicago 207-228.
- Website: single author  
Carlson L (2003) Web site evolution; Retrieved online July 23, 2003 from: <http://www.d.umn.edu/~lcarlson/cms/evolution.html>
- Website: corporate publication  
National Association of Social Workers (2000) NASW Practice research survey 2000. NASW Practice Research Network, 1. 3. Retrieved online September 8, 2003 from: <http://www.socialworkers.org/naswprn/default>