



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de São José dos Campos  
Instituto de Ciência e Tecnologia

**AYLA MACYELLE DE OLIVEIRA CORREIA**

**INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS E FATORES  
ASSOCIADOS A LESÕES CERVICAIS NÃO-CARIOSAS E TIPO  
DE RESINA COMPOSTA SOBRE O SUCESSO RESTAURADOR:  
observações *in silico*, *in vitro*, *in vivo* e revisão sistemática**

2020

**AYLA MACYELLE DE OLIVEIRA CORREIA**

**INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS E FATORES  
ASSOCIADOS ÀS LESÕES CERVICAIS NÃO-CARIOSAS E TIPO DE  
RESINA COMPOSTA SOBRE O SUCESSO RESTAURADOR:  
observações *in silico*, *in vitro*, *in vivo* e revisão sistemática**

Tese apresentada ao Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos para obtenção do título de DOUTOR, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA. Área: Dentística. Linha de pesquisa: Avaliação Clínica e Laboratorial de Materiais e Técnicas em Dentística.

Orientadora: Profa. Associada Taciana Marco Ferraz Caneppele

São José dos Campos

2020

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2020]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Correia, Ayla Macyelle de Oliveira

Influência das características clínicas e fatores associados às lesões cervicais não-cariosas e tipo de resina composta sobre o sucesso restaurador: observações in silico, in vitro, in vivo e revisão sistemática / Ayla Macyelle de Oliveira Correia. - São José dos Campos : [s.n.], 2020. 42 f.

Tese (Doutorado) - - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2020.  
Orientadora: Taciana Marco Ferraz Caneppele.

1. Resinas compostas. 2. Desgaste dos dentes. 3. Análise de elementos finitos. 4. Ensaio clínico controlado aleatório. 5. Metanálise. I. Caneppele, Taciana Marco Ferraz, orient. II. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. III. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - Unesp. IV. Universidade Estadual Paulista (Unesp). V. Título.

## **BANCA EXAMINADORA**

**Profa. Associada Taciana Marco Ferraz Caneppele** (Orientadora)

Universidade Estadual Paulista (UNESP)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

**Prof. Adjunto Alexandre Luiz Souto Borges**

Universidade Estadual Paulista (UNESP)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

**Profa. Assistente Dra. Maria Filomena Huhtala**

Universidade Estadual Paulista (UNESP)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

**Prof. Adjunto Alvaro Hafiz Cury**

Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Faculdade de Odontologia do Amazonas (FAO)

Instituto Amazonas de Ensino Superior (IAES)

**Profa. Dra. Daniele Mara da Silva Ávila Nogueira**

Braz Cubas Educação

São José dos Campos, 11 de Fevereiro de 2020.

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais,

*Rogério Marcos Rocha Correia e Josefa Selma do Rosário Oliveira Correia,*  
pelo amor, incentivo e suporte. Muito obrigada por estarem sempre ao meu lado e não medirem esforços.

Às minhas irmãs, parceiras e amigas,

*Yasmim Correia Oliveira e Anna Clara Oliveira Correia,* que sempre me deram forças para continuar e estiveram tão presentes mesmo distantes.

À minha sobrinha, meu amor, minha vi,

*Pietra Oliveira Viana,* por entender a minha ausência durante tantos anos, por ser luz na minha vida, por tanto amor e carinho.

*A Artur Silva Umbelino de Araujo,* pelo companheirismo, pelo incentivo, pela força, pela amizade, por me acolher nos meus erros, pelo amor e por fazer do meu sonho o seu. Você é especial.

## AGRADECIMENTOS

*A Deus,*

refúgio e fortaleza, por se importar com cada detalhe nessa caminhada. Nem tudo tão perfeito, mas do jeito que tinha que ser. Obrigada por tanto.

A toda minha família, em especial meus queridos avós,

*José Amâncio Correia e Josefina Moreira Rocha Santos, Suarino Oliveira (em memória) e Maria Creuza Fernandes Rosário,* por serem tão maravilhosos e presentes na minha vida, me incentivando e vibrando com cada conquista.

A *Eraldo Correia e Marizete Umbelino,* pelo incentivo, força e apoio. Agradeço a vocês por tudo e por tê-los em minha vida.

A *Pedro Victor Viana,* pela torcida, apoio e carinho.

À *Juliana Umbelino e Gabriela Umbelino,* pela torcida e carinho.

Ao amigo e parceiro, *Felipe de Souza Matos,*

muito obrigada pelos momentos que dividimos no mestrado e pela vida que passamos a compartilhar durante o doutorado. Sempre lado a lado, dando forças um para o outro nos momentos mais difíceis e vibrando a cada conquista.

Aos amigos e colegas de graduação, em especial, *Laís Espíndola, Priscila*

*Correia, Thaciane Rocha e Daniel Duarte,*

pelos cinco melhores anos da minha vida aprendendo e dividindo com vocês momentos que sempre levarei comigo. Obrigada pela amizade que construímos e pela torcida. Vocês foram e são muito importantes.

*À Juliana Barros,*

agradeço a Deus por ter colocado você na minha vida durante o mestrado. Aprendemos muito juntas e criamos uma amizade muito forte em pouco tempo. Muito obrigada por ter me escutado e compartilhado tantas coisas comigo, pelos momentos de alegria, que foram a grande maioria, pelas boas risadas e aventuras que passamos juntas.

*À Andrea Maselli,*

pela amizade verdadeira e especial que construímos durante todo esse tempo. Por nunca me deixar sentir sozinha, por ter cuidado de mim, por estar ao meu lado sempre, por ter me apoiado e me consolado em todos os momentos. Obrigada pelas nossas longas conversas, pelas gargalhadas, pelos nossos almoços e cafés. Te admiro muito!

*À Cassia Cestari Toia,*

pela sua amizade e presença na minha vida, por todo apoio e ajuda quando eu mais precisei, pelas boas risadas e por partilhar tanto comigo. Torço demais por você e conte sempre comigo. Muito obrigada por tudo!

*À Rayana Khoury,*

pessoa muito especial e querida. Obrigada pela sua amizade sincera, por todas as nossas conversas e por todas as boas risadas.

*A Pablo Benítez, João Paulo Tribst e Ana Luíza Jurema,*

pela agradável convivência, pela troca e pela ajuda para execução desse trabalho.

Aos demais *colegas e amigos de pós-graduação* da UNESP, pela troca de experiências, pela convivência diária e pela motivação durante esses quatros anos, em especial *Danilo Andrade* e *Sthefany Astuti*.

Ao *Prof. Adj. Adriano Augusto Melo de Mendonça*,

meu mestre e minha base, por ter me conduzido tão bem, pelo incentivo para que eu seguisse a carreira acadêmica, pela significativa contribuição na minha formação como mestre, pela parceria e por tantas oportunidades. Sou muito grata por tudo!

Ao *Prof. Adj. Daniel Marinha da Rocha*,

pela disposição em ajudar a todo e qualquer momento, por ter acreditado em mim, por tanto incentivo, oportunidades e parceria. Seu apoio e torcida foram fundamentais para minha formação. Muito obrigada!

Ao *Prof. Tit. Sigmar de Mello Rode*,

pelo apoio, preocupação e carinho durante todo esse período.

A minha orientadora, *Profa. Assoc. Taciara Marco Ferraz Caneppele*,

a quem devo grande parte de tudo isso. Talvez esses 4 anos tenham sido os que mais pude aprender profissionalmente e pessoalmente. Já te disse isso e fica até difícil de agradecer por tanto. Obrigada por compartilhar e construir tanta coisa junto comigo. Obrigada por ser essa pessoa tão incrível, por essa professora tão querida, parceira e amiga. Meu Doutorado só foi bom, porque foi com você e eu faria exatamente tudo do mesmo jeito se tivesse que escolher. Sou muito feliz e grata por ter me escolhido como sua orientada e por ter me recebido de forma única mesmo sem me conhecer. Você é a que mais me inspira!

Ao *Prof. Adj. Eduardo Bresciani*,

exemplo de professor e pesquisador, pela sua dedicação, pelos



ensinamentos, e por ter colaborado de forma única na minha formação. Obrigada por confiar em mim e pelas oportunidades que me foram proporcionadas.

Aos demais docentes da área de Dentística,

*Prof. Tit. Sérgio Gonçalves, Prof. Adj. Carlos Torres, Prof. Assist. Dr. César Pucci, Profa. Assist. Dra. Alessandra Borges e Profa. Assist. Dra. Maria Filomena Huktala,* por compartilharem seus conhecimentos, além de suas experiências clínicas e científicas. Meus sinceros agradecimentos a todos vocês.

Aos demais professores do Programa de Pós-graduação em Odontologia Restauradora, em especial *Prof. Adj. Alexandre Luiz Souto Borges,* pela parceria, pela troca e pela ajuda para execução desse trabalho. Foi uma honra trabalhar e aprender tanto contigo.

*À Profa. Assoc. Ana Raquel Benetti e a Robert Read,*

por me receberem, por terem me acolhido tão bem e por contribuírem tanto para o meu crescimento pessoal e profissional durante os 3 meses do meu Doutorado sanduíche em Copenhague, possibilitando a realização desse sonho. Obrigada por terem me apoiado, oferecendo a casa e a companhia de vocês para que eu não me sentisse sozinha, sempre preocupados com a minha felicidade e meu bem-estar em todos os momentos. Nossa convivência diária, despertou em mim um carinho ainda maior e uma grande admiração. Essa experiência não poderia ter sido melhor e não seria a mesma coisa sem vocês. Professora, muito obrigada por ter acreditado e confiado em mim e no meu trabalho. Agradeço por absolutamente tudo e nunca vou esquecer o que vocês fizeram por mim.

*À Liselotte Larsen,*

por toda paciência durante o meu Doutorado sanduíche, principalmente quando iniciei as atividades laboratoriais na KU. Muito obrigada por

estar sempre disposta a me ensinar e orientar, pelo incentivo e apoio durante a execução do meu trabalho. Lotte, foi uma grande oportunidade e satisfação trabalhar com você! Kærlig hilsen.

Às alunas de iniciação científica,

*Suellen Rosa, Mariana Andrade e Kamilla Alves*, pelo excelente convívio, pela troca e pela dedicação para a realização de todos os trabalhos. Foi muito bom trabalhar com vocês!

A todos os *funcionários* do Instituto de Ciência e Tecnologia da UNESP.

A todos que fazem o *Programa de Pós-graduação em Odontologia Restauradora*, na pessoa do coordenador Prof. Adj. Alexandre Luiz Souto Borges.

À CAPES (*Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior*) pela concessão da Bolsa de Doutorado.

À empresa 3M ESPE por disponibilizar parte do material utilizado em alguns estudos.

*Ao Instituto de Ciência e Tecnologia Campus de São José dos Campos Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” UNESP, seu corpo docente, direção e administração.*

A todos que direta ou indiretamente colaboram para execução deste trabalho.

*“A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em procurar  
novas paisagens, mas em ter novos olhos”.*

*Marcel Proust*

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>4</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>6</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2 ARTIGOS .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1 Artigo – Correia AMO, Tribst JPM, Matos FS, Platt JA, Caneppele TMF, Borges ALS. Tensões de contração de polimerização em diferentes técnicas restauradoras de lesões cervicais não-cariosas / <i>Polymerization shrinkage stresses in different restorative techniques for non-cariou cervical lesions</i>.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2 Artigo – Correia AMO, Pereira VEM, Bresciani E, Platt JA, Borges ALS, Caneppele TMF. Influência do ângulo cavo-superficial na concentração de tensões e na formação de fendas marginais de restaurações classe V em resina composta / <i>Influence of cavosurface angle on the stress concentration and gaps formation in class V resin composite restorations</i>.....</b>	<b>22</b>
<b>2.3 Artigo – Correia AMO, Andrade MR, Tribst JPM, Borges ALS, Caneppele TMF. Influência da restauração de preenchimento único na redução da tensão de contração de polimerização e na formação de fenda marginal em restaurações Classe V / <i>Influence of bulk fill restoration on the decrease of the polymerization shrinkage stress and the marginal gap formation in Class V restorations</i>.....</b>	<b>24</b>

<b>2.4 Artigo – Correia AMO, Jurema ALB, Andrade MR, Borges ALS, Bresciani E, Caneppele TMF. Avaliação clínica de lesões cervicais não cariosas de diferentes extensões restauradas com resina composta de preenchimento único ou convencional: resultados preliminares de um ensaio clínico randomizado / <i>Clinical evaluation of noncarious cervical lesions of different extensions restored with bulk fill or conventional resin composite: Preliminary results of a randomized clinical trial</i>.....</b>	<b>27</b>
<b>2.5 Artigo – Correia AMO, Bresciani E, Borges AB, Pereira DM, Maia LC, Caneppele TMF. Aspectos relacionados ao dente e cavidade de lesões cervicais não-cariosas afetam a retenção de restaurações de resina composta em adultos? Uma revisão sistemática e meta-análise / <i>Do tooth and cavity related aspects of non-carious cervical lesions affect the retention of resin composite restorations in adults? A systematic review and meta-analysis</i> .....</b>	<b>30</b>
<b>3 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>37</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>42</b>

Correia AMO. Influência das características clínicas e fatores associados às lesões cervicais não-cariosas e tipo de resina composta sobre o sucesso restaurador: observações *in silico*, *in vitro*, *in vivo* e revisão sistemática [tese]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; 2020.

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivos: **(1)** analisar, *in silico*, o efeito de diferentes técnicas restauradoras sobre a concentração de tensão em lesões cervicais não cariosas (LCNCs); **(2)** avaliar *in silico* e *in vitro* a influência do ângulo cavo-superficial sobre a concentração de tensão em LCNCs simuladas; **(3)** avaliar, *in silico* e *in vitro*, a influência da extensão da cavidade e do material restaurador na formação de fendas marginais, e na concentração de tensão em restaurações de resina composta; **(4)** avaliar, *in vivo*, a influência da geometria de LCNCs e material restaurador no desempenho clínico das restaurações e **(5)** analisar, por revisão sistemática e metanálise, a influência dos aspectos relacionados ao dente e cavidade de LCNCs sobre a retenção de restaurações de resina composta. Material e métodos: **(1)** Um pré-molar superior foi modelado em software CAD, e uma LCNC do tipo cunha foi simulada. Cinco técnicas restauradoras foram reproduzidas com as resinas Filtek™ Z350 XT (N) ou Filtek™ Bulk Fill (BF) e analisadas pelo software Ansys 17.0; **(2)** Cavidades cilíndricas com mesmo volume (17,67 mm<sup>3</sup>) foram preparadas em 45 incisivos bovinos. As amostras foram divididas de acordo com o ângulo cavo-superficial, em três grupos: 90°, 120°, 135°, e restauradas com o adesivo Futurabond U e resina GrandioSO. As fendas marginais foram medidas em estereomicroscópio, e análise por elementos finitos (FEA); **(3)** Cavidades simulando LCNCs com 2 mm (profundidade) X 4 mm (distância cérvico-incisal) foram preparadas em 60 incisivos bovinos em duas dimensões méso-distais (2,9 mm ou 1,4 mm) e restauradas com N ou BF (n=30). A fenda marginal foi avaliada em estereomicroscópio antes e após da termociclagem, e realizada análise por FEA em cavidades iguais; **(4)** Cento e quarenta LCNCs foram restauradas em 77 pacientes. As lesões foram previamente classificadas quanto à extensão gengivo-oclusal (1,5 mm ± 10% e 3 mm ± 10%). Em seguida, as lesões foram alocadas aleatoriamente em quatro grupos (n=35). Após a aplicação de um adesivo autocondicionante, as restaurações foram realizadas com N ou BF. As restaurações foram avaliadas após 7 dias, 6 e 12 meses pelos critérios USPHS modificados; **(5)** Buscas nas principais bases de dados eletrônicas foram realizadas. Estudos clínicos em pacientes com LCNCs restauradas com resina

composta foram incluídos. A retenção da restauração foi o desfecho primário. A qualidade metodológica e risco de viés dos artigos incluídos foi avaliada utilizando a ferramenta Cochrane para ensaios clínicos randomizados e o sistema GRADE. Resultados: **(1)** A menor concentração de tensão ocorreu no grupo restaurado com resina BF; **(2)** O ângulo cavo-superficial de 90° promoveu maiores tensões na interface da restauração, com maior fenda marginal; **(3)** Ocorreu maior concentração de tensão na margem do esmalte, com maior pico de tensão (17,0 MPa) para cavidade pequena restaurada com resina N; **(4)** A taxa de retenção das restaurações após 12 meses foi de 100% para as LCNCs restauradas com N e de 97% para as LCNCs restauradas com BF; **(5)** A localização do dente e a presença de facetas de desgaste podem afetar a retenção de resinas compostas em LCNCs.

Palavras-chave: Resinas compostas. Desgaste dos dentes. Análise de elementos finitos. Ensaio clínico controlado aleatório. Metanálise.

Correia AMO. *Influence of clinical characteristics and factors associated with non-carious cervical lesions and resin composite type on restorative success: in silico, in vitro, in vivo observations and systematic review [doctorate thesis]. São José dos Campos (SP): São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology; 2020.*

## **ABSTRACT**

The aim of the present study was **(1)** to analyze *in silico* the effect of different restorative techniques on the stress concentration in non-carious cervical lesions (NCCLs); **(2)** to evaluate *in silico* and *in vitro* the influence of cavosurface margin angle on stress concentration in simulated NCCLs; **(3)** to evaluate *in silico* and *in vitro* the influence of cavity extension and restorative material on the marginal gap formation, and on the stress concentration in resin restoration; **(4)** to evaluate *in vivo* the influence of the geometry of NCCLs and restorative material on the clinical performance of restoration and **(5)** to analyze, through a systematic review and meta-analysis, the influence of tooth- and cavity-related of NCCLs on the retention of resin composite restorations. **Materials and Methods:** **(1)** A superior premolar was modeled in CAD software, and a NCCLs of the wedge type was simulated. Five restorative techniques were designed with Filtek™ Z350 XT (N) or Filtek™ Bulk Fill (BF) and analyzed by Ansys 17.0 software; **(2)** Cylindrical cavities with the same volume (17.67 mm<sup>3</sup>) were prepared in 45 bovine incisors. The samples were divided according to the cavo-superficial angle in three groups: 90°, 120°, 135°, and restored with Futurabond U adhesive and GrandioSO resin. The marginal gaps were analyzed in stereomicroscope and FEA; **(3)** Cavities simulating NCCLs with 2 mm (depth) X 4 mm (cervical-incisal distance) were prepared in 60 bovine incisors in two mesiodistal dimensions (2.9 mm or 1.4 mm) and restored with N or BF (n=30). The marginal gap was evaluated using a stereomicroscope before and after thermocycling, and FEA analysis was performed in equal cavities; **(4)** One hundred and forty NCCLs were restored in 77 patients. The lesions were previously classified for occlusogingival distance (1.5 mm ± 10% and 3 mm ± 10%). Thereafter, the lesions were randomly allocated into four groups (n=35). After applying a self-etching adhesive, the restorations were performed using N or BF. The restorations were evaluated after 7 days, 6 and 12 months using the modified USPHS criteria; **(5)** Searches in major electronic databases were performed. Clinical studies in patients with NCCLs restored with resin composite were included. Restoration retention was the primary outcome. The quality of the evidence and risk of bias of the included articles was evaluated using the Cochrane tool for randomized clinical trials and the GRADE. **Results:** **(1)** The lowest concentration of stress occurred in the group



*restored with BF resin; (2) The cavosuperficial angle of 90° promoted higher stresses at the interface of the restoration, with a larger marginal gap; (3) Higher stress concentration occurred at the enamel margin, with highest stress peak (17.0 MPa) for small cavity restored with N; (4) The retention rate of the restorations after 12 months was 100% for the NCCLs restored with N and 97% for the NCCLs restored with BF; (5) The tooth location and the presence of wear facets can affect the retention of composite resins in NCCLs.*

*Keywords: Composite resins; Tooth wear; Finite element analysis; Randomized controlled trial; Meta-analysis.*

## 1 INTRODUÇÃO

Lesões cervicais não cariosas (LCNCs) caracterizam-se pela perda irreversível de tecido dentário duro na região cervical dos dentes, a nível da junção amelocementária (JAC) (Grippio et al., 2012); os quais podem ser defeitos superficiais ou mais profundos e extensos com diferentes geometrias (em forma de cunha, plana, côncava, ou em ângulo agudo) (Stojanac et al., 2013). As LCNCs podem ser provenientes do acúmulo de tensões, atrição e biocorrosão dos elementos dentais, e são comumente observadas na prática clínica (Kubo et al., 2010; Kubo et al., 2013). Inicialmente localizam-se no esmalte com lenta progressão na dentina, conduzindo gradualmente a uma esclerose dentinária (Kubo et al., 2013; Stojanac et al., 2013). Esta é formada como uma resposta a estímulos crônicos e de baixa intensidade como consequência do envelhecimento fisiológico, consistente com o fato de que as LCNCs ocorrem mais na população idosa (Borcic et al., 2004).

O tratamento restaurador das LCNCs faz-se necessário para aliviar a hipersensibilidade, evitar a perda de estrutura dental e melhorar a estética. No entanto, procedimentos restauradores são desafiadores devido à forma não retentiva da cavidade e localização das margens em dentina e cimento, desfavoráveis para a adesão (Tay, Pashley, 2004). Além disso, a dentina, nessas lesões, tende a ser esclerótica, o que dificulta ainda mais o processo adesivo. Por isso, a retenção micromecânica ou química, preservando a estrutura dental, boas características estéticas e funcionais são aspectos importantes na escolha do material restaurador.

Materiais adesivos, como os cimentos de ionômeros de vidro (Gladys et al., 1998), sua versão modificada por resina (van Dijken, Pallesen, 2008), compômeros ou resinas compostas (Stojanac et al., 2013), são indicados para

repor o tecido desgastado na região cervical. Apesar da alta taxa de retenção, os ionômeros normalmente apresentam características estéticas inferiores (maior rugosidade superficial, menor estabilidade de cor, e menor resistência ao desgaste) e propriedades mecânicas inferiores comparado às resinas compostas (Sidhu, 2010; Perdigão et al., 2012; Fagundes et al., 2014). Por esses motivos, a resina composta tem sido bastante utilizada no tratamento das LCNCs. O desenvolvimento e aprimoramento desses materiais, principalmente com adição de nanopartículas à sua composição, pôde proporcionar excelentes propriedades físico-mecânicas, como lisura superficial bastante satisfatória e redução da contração de polimerização (Ferracane, 2011; Nahsan et al., 2012). Estudos clínicos demonstraram que a adaptação marginal, a coloração marginal e a retenção são fatores importantes para o desempenho clínico de restaurações de resina composta em LCNCs (Kubo et al., 2010; Moretto et al., 2013; Lawson et al., 2015). Esses parâmetros estão diretamente relacionados à tensão produzida na interface dente/restauração (Heymann et al., 1991; Powell et al., 1995). Tem sido relatado que essa tensão, resultante de variações térmicas ou carga mecânica, é influenciada pela geometria da cavidade (Braga et al., 2006; Eliguzeloglu et al., 2011; Kubo et al., 2013; Borges et al., 2014), bisel nas margens de esmalte (Kubo et al., 2013; Borges et al., 2014), modos de fotoativação, viscosidade dos materiais resinosos, tipo de monômero presente na composição do material, aplicação de resinas de baixa viscosidade e técnica de inserção (Kubo et al., 2013; Al Sunbul et al., 2016).

Resinas de preenchimento único, conhecidas como resinas bulk fill, podem ser uma boa opção de material restaurador devido à reduzida contração volumétrica, baixa tensão de contração e modulação da reação de polimerização, reduzindo os efeitos clinicamente indesejáveis da contração de polimerização (Bucuta, Ilie, 2014; Fronza et al., 2015; Kim et al., 2015; Rosatto et al., 2015). Outras vantagens estão relacionadas a simplificação do procedimento restaurador

e redução do tempo de trabalho (Fronza et al., 2015; Rosatto et al., 2015). Estudos *in vitro* reportaram resultados favoráveis em relação às propriedades físico-mecânicas desses materiais (Bucuta, Ilie, 2014; Ilie et al., 2014; Leprince et al., 2014; Fronza et al., 2015; Papadogiannis et al., 2015; Par et al., 2015; Gamarra et al., 2018). Ensaio clínico investigaram o desempenho de resinas de preenchimento fluidas, utilizadas como base ou revestimento, em restaurações do tipo classe I e II (van Dijken, Pallesen, 2014; van Dijken, Pallesen, 2015; Karaman et al., 2016; van Dijken, Pallesen, 2016; Bayraktar et al., 2017; Yazici et al., 2017; Heck et al., 2018). Em LCNCs, esse material apresentou desempenho clínico similar às resinas compostas convencionais após 1 ano de acompanhamento (Canali et al., 2018).

Dados significativos da literatura demonstram a influência de algumas características clínicas e fatores associados às LCNCs, bem como a influência da técnica e material restaurador, sobre a longevidade do tratamento restaurador. No entanto, até o momento, nenhum estudo avaliou especificamente o efeito da geometria da cavidade e técnica restauradora sobre o desempenho de restaurações em LCNCs. Essa investigação é de grande relevância porque as técnicas restauradoras analisadas nesse estudo para restaurar LCNCs não foram testadas anteriormente, assim como outros fatores que podem influenciar a longevidade das restaurações ainda não foram investigados.

Dessa forma, fundamentada a relevância da influência das características clínicas e fatores associados às LCNCs e tipo de resina composta sobre o sucesso restaurador, o presente estudo propôs analisar, *in silico*, o efeito de diferentes técnicas restauradoras sobre a concentração de tensão em LCNCs; avaliar *in silico* e *in vitro* a influência do ângulo cavo-superficial sobre a concentração de tensão em LCNCs simuladas; avaliar a influência da extensão da cavidade e do material restaurador na formação de fendas marginais, antes e após o envelhecimento térmico, e a concentração de tensão em restaurações de resina composta em

LCNCs simuladas; avaliar, *in vivo*, a influência da geometria de LCNCs e material restaurador no desempenho clínico das restaurações; e analisar, por meio de uma revisão sistemática e metanálise, a influência dos aspectos relacionados ao dente e cavidade de LCNCs sobre a retenção de restaurações de resina composta.

## 2 ARTIGOS

### **2.1 Artigo – Correia AMO, Tribst JPM, Matos FS, Platt JA, Caneppele TMF, Borges ALS. Tensões de contração de polimerização em diferentes técnicas restauradoras de lesões cervicais não-cariosas / *Polymerization shrinkage stresses in different restorative techniques for non-carious cervical lesions\****

#### **RESUMO**

Objetivo: Este estudo avaliou o efeito de diferentes técnicas restauradoras em lesões cervicais não-cariosas (LCNCs) sobre o estresse de contração de polimerização de resinas utilizando análise de elementos finitos (FEA) tridimensionais (3D). Métodos: Modelos 3D de um pré-molar superior com uma LCNC restaurada com diferentes técnicas de preenchimento (preenchimento único e incremental) foram gerados para serem comparados por FEA não-linear. A técnica de preenchimento único foi utilizada para os grupos B (LCNC restaurada com Filtek™ Bulk Fill) e C (Filtek™ Z350 XT). A técnica incremental foi subdividida de acordo com o modo de inserção: P (2 incrementos paralelos de Filtek™ Z350 XT), OI (2 incrementos oblíquos de Filtek™ Z350 XT, com o incremento incisal primeiro), OIV (2 incrementos oblíquos de Filtek™ Z350 XT, com o incremento incisal primeiro e incrementos com o mesmo volume), OG (2 incrementos oblíquos de Filtek™ Z350 XT, com incremento gengival primeiro) e OGV (2 incrementos oblíquos de Filtek™ Z350 XT, com incremento gengival primeiro e incrementos com o mesmo volume), resultando em 7 modelos. Todos os materiais foram considerados isotrópicos, elásticos e lineares. Os resultados foram expressos em tensão máxima principal (MPS). Resultados: A distribuição de tensão foi influenciada pela técnica restauradora. A menor concentração de tensão ocorreu no grupo B seguido de OG, OGV, OI, OIV, P e C; a interface incisal foi mais afetada do que a interface gengival. Conclusão: A restauração de LCNCs com resina de preenchimento único resultou em menor tensão nas áreas gengival e incisal, seguida da técnica incremental com o incremento inicial colocado na parede gengival.

Relevância clínica: As lesões cervicais não cariosas (LCNCs) restauradas com resina de preenchimento único apresentam comportamento biomecânico mais favorável.

---

\*Artigo elaborado de acordo com as normas do Periódico *Journal of Dentistry* (Print version ISSN 0300-5712). Publicado em: J Dent. 2018 Sep;76:68-74. doi: 10.1016/j.jdent.2018.06.010. Epub 2018 Jun 20.

Palavras-chave: Análise de elementos finitos. Resinas compostas. Técnica incremental. Polimerização. Análise do estresse dentário. Lesões cervicais não cariosas.

### **ABSTRACT**

*Objective: This study evaluated the effect of different restorative techniques for non-carious cervical lesions (NCCL) on polymerization shrinkage stress of resins using three-dimensional (3D) finite element analysis (FEA). Methods: 3D-models of a maxillary premolar with a NCCL restored with different filling techniques (bulk filling and incremental) were generated to be compared by nonlinear FEA. The bulk filling technique was used for groups B (NCCL restored with Filtek™ Bulk Fill) and C (Filtek™ Z350 XT). The incremental technique was subdivided according to mode of application: P (2 parallel increments of the Filtek™ Z350 XT), OI (2 oblique increments of the Filtek™ Z350 XT, with incisal first), OIV (2 oblique increments of the Filtek™ Z350 XT, with incisal first and increments with the same volume), OG (2 oblique increments of the Filtek™ Z350 XT, with gingival first) and OGV (2 oblique increments of the Filtek™ Z350 XT, with gingival first and increments with the same volume), resulting in 7 models. All materials were considered isotropic, elastic and linear. The results were expressed in maximum principal stress (MPS). Results: The tension stress distribution was influenced by the restorative technique. The lowest stress concentration occurred in group B followed by OG, OGV, OI, OIV, P and C; the incisal interface was more affected than the gingival. Conclusion: The restoration of NCCLs with bulk fill composite resulted in lower shrinkage stress in the gingival and incisal areas, followed by incremental techniques with the initial increment placed on the gingival wall.*

*Clinical significance: The non-carious cervical lesions (NCCLs) restored with bulk fill composite have a more favorable biomechanical behavior.*

*Keywords: Finite element analysis. Composite resins. Incremental technique. Polymerization. Dental stress analysis. Non carious cervical lesions.*

*Artigo disponível em:*

*<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300571218301726?via%3Dihub>*

## **2.2 Artigo – Correia AMO, Pereira VEM, Bresciani E, Platt JA, Borges ALS, Caneppele TMF. Influência do ângulo cavo-superficial na concentração de tensões e na formação de fendas marginais de restaurações classe V em resina composta / *Influence of cavosurface angle on the stress concentration and gaps formation in class V resin composite restorations\****

### **RESUMO**

Objetivo: O objetivo do estudo foi avaliar a influência do ângulo cavo-superficial sobre a concentração de tensão e a formação de fendas em restaurações classe V. Materiais e Métodos: Cavidades cilíndricas de 3 mm de diâmetro foram preparadas em quarenta e cinco incisivos bovinos, alterando apenas o ângulo da broca em relação à superfície plana do dente. As cavidades mantiveram o mesmo volume (17,67 mm<sup>3</sup>). As amostras foram divididas de acordo com o ângulo cavo-superficial, em três grupos (n=15): 90°, 120°, 135°. Após a aplicação do adesivo (Futurabond U, VOCO), a cavidade foi preenchida com um incremento de resina composta (GrandioSO, VOCO). Os dentes foram analisados em estereomicroscópio. Os dados da formação de fenda marginal foram analisados estatisticamente com Análise de variância unidirecional (ANOVA) seguida pelo teste de Tukey (nível de significância:  $\alpha=0,05$ ). Resultados: A análise de elementos finitos (FEA) foi usada para estudar a tensão residual nessas geometrias e correlacionar essas tensões com a formação de fendas medida experimentalmente. O módulo elástico e a contração de polimerização foram determinados para FEA. Tensões de contração residuais foram expressas em tensão máxima principal (MPS). Houve diferença significativa na formação de fenda entre os grupos ( $p=0,001$ ). Uma formação de fenda marginal significativamente menor foi encontrada para os ângulos de 120° e 135°, sem diferença significativa entre eles. O ângulo cavo-superficial de 90° promoveu tensões substancialmente maiores, na interface de restauração, com maior fenda marginal. Para os ângulos de 120° e 135°, as concentrações de tensão foram menores e localizaram-se na estrutura dentária. Conclusão: O ângulo cavo-superficial influenciou a formação de fenda marginal e a concentração de tensão.

Palavras-chave: Adaptação marginal dentária. Resinas compostas. Lesão cervical. Análise de elementos finitos. Tensão residual.

---

\*Artigo elaborado de acordo com as normas do Periódico *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials* (Print version ISSN 1751-6161). Publicado em: J Mech Behav Biomed Mater. 2019 Sep;97:272-277. doi: 10.1016/j.jmbbm.2019.05.034. Epub 2019 May 22.



**ABSTRACT**

*The study aimed to evaluate the influence of cavosurface angle on stress concentration and gap formation in class V restorations. Cylindrical cavities 3 mm in diameter were prepared in forty-five bovine incisors, changing only the angle of the bur in relation to the flat surface of the tooth. The cavities maintained the same volume (17.67 mm<sup>3</sup>). The samples were divided according to the cavosurface angle, into three groups (n=15): 90°, 120°, 135°. After adhesive application (Futurabond U, VOCO), the cavity was filled with bulk placement of a resin composite (GrandioSO, VOCO). The teeth were analyzed with stereomicroscopy. Data of marginal gap formation were statistically analyzed with a one-way analysis of variance (ANOVA) followed by Tukey tests (significance level:  $\alpha=0.05$ ). Finite element analysis (FEA) was used to study residual stress in these geometries and to correlate those stresses with experimentally measured gap formation. The elastic modulus and polymerization shrinkage were determined for FEA. Residual shrinkage stresses were expressed in maximum principal stress (MPS). There was a significant difference in the gap formation among the groups ( $p=0.001$ ). A significantly lower marginal gap formation was found for 120° and 135° angles, with no significant difference between them. The cavosurface angle at 90° caused substantially higher stresses, in the restoration interface, with greater marginal gap. For the 120° and 135° angles, the stress concentrations were smaller and were located in the dental structure. The cavosurface angle influenced the marginal gap formation and stress concentration.*

**Keywords:** Dental marginal adaptation. Composite resins. Cervical lesion. Finite element analysis. Residual stress.

*Artigo disponível em:*

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751616119303236?via%3Dihub>

**2.3 Artigo – Correia AMO, Andrade MR, Tribst JPM, Borges ALS, Caneppele TMF. Influência da restauração de preenchimento único na redução da tensão de contração de polimerização e na formação de fenda marginal em restaurações Classe V / *Influence of bulk fill restoration on the decrease of the polymerization shrinkage stress and the marginal gap formation in Class V restorations\****

**RESUMO**

Objetivo: Este estudo avaliou a influência da extensão de cavidades Classe V e do material restaurador na formação de fenda marginal, antes e após o envelhecimento, e a distribuição teórica da tensão de contração de polimerização em uma restauração dentária. Materiais e métodos: cavidades Classe V com profundidade de 2 mm, distância cervical/incisal de 4 mm e margens localizadas no esmalte 1 mm acima da junção cimento-esmalte (CEJ), foram preparadas em 60 incisivos bovinos em duas dimensões mesiodistais (n=30): cavidades de extensão grande de 2,9 mm (LE) ou cavidades de extensão pequena de 1,4 mm (SE). As profundidades das cavidades foram validadas usando uma sonda periodontal, enquanto as distâncias mesiodistal e cervical/incisal foram medidas usando um estereomicroscópio. Após a aplicação do adesivo (Clearfil™ SE Bond), cada grupo foi dividido aleatoriamente em dois grupos (n=15) de acordo com o material restaurador: Filtek™ Z350 XT (N) ou Filtek™ Bulk Fill (BF). A formação de fenda marginal entre a estrutura dentária e o material restaurador foi avaliada usando um estereomicroscópio antes e após a termociclagem de 15.000 ciclos (5°C e 55°C). Os dados foram analisados usando análise de variância de medidas repetidas (ANOVA) e teste de Tukey para comparações múltiplas ( $\alpha=,05$ ). Um modelo geométrico 3D com as mesmas dimensões do teste experimental foi criado para cada cavidade, e as restaurações foram modeladas para cada material restaurador. No software de análise, a malha de elementos finitos foi criada com elementos quadráticos tetraédricos, e a contração de polimerização foi simulada por analogia térmica. A tensão máxima principal (MPS) foi utilizada para expressar a tensão de tração na interface adesiva por meio de gráficos colorimétricos. Resultados: Para a fenda marginal, ANOVA de medidas repetidas revelou um efeito significativo apenas para os fatores resina composta (df=1, F=4,09, P=,04) e envelhecimento térmico (df=1, F=44,35, P<.001). Para todas as simulações numéricas, ocorreu maior concentração de tensão na margem do esmalte, e o pico de tensão diminuiu na seguinte sequência: LE-N (17,0 MPa) > SE-N (15,0 MPa) > LE-BF (9,1 MPa) > SE-BF (8,2 MPa).

---

\*Artigo elaborado de acordo com as normas do Periódico *Operative Dentistry* (Print version ISSN 0361-7734. Online version ISSN 1559-2863). Aceito em: 15/10/2019.

Conclusão: As fendas marginais nas amostras ficaram aproximadamente entre 12 e 17  $\mu\text{m}$ , no entanto, a resina regular de preenchimento único apresentou menos formação de fenda e melhor distribuição de tensão em torno da margem da cavidade comparado à resina regular nanoparticulada, independentemente da extensão da cavidade.

Relevância clínica: A restauração de cavidades Classe V pequenas e grandes com uma resina regular de preenchimento único apresenta um comportamento biomecânico mais favorável comparado à restauração com uma resina regular nanoparticulada.

### **SUMMARY**

*Purpose: This study evaluated the influence of Class V cavities' extension and restorative material on the marginal gap formation, before and after aging, and the theoretical polymerization shrinkage stress distribution in a tooth restoration. Materials and methods: Class V cavities with the depth of 2 mm, the cervical/incisal distance of 4 mm and margins located in the enamel 1 mm above the cemento-enamel junction (CEJ), were prepared in 60 bovine incisors in two mesiodistal dimensions (n=30): 2.9 mm large extension cavities (LE) or 1.4 mm small extension cavities (SE). The cavities' depths were validated using a periodontal probe, while the mesiodistal and cervical/incisal distances were measured using a stereomicroscope. After adhesive application (Clearfil™ SE Bond), each group was randomly divided into two groups (n=15) according to the restorative material: Filtek™ Z350 XT (N) or Filtek™ Bulk Fill (BF). The marginal gap formation between the tooth structure and the restorative material was evaluated using a stereomicroscope before and after thermocycling for 15,000 cycles (5°C and 55°C). Data were analyzed using repeated measures analysis of variance (ANOVA) and Tukey test for multiple comparisons ( $\alpha=.05$ ). A 3D geometric model with the same dimensions of the experimental test was created for each cavity, and the restorations were modeled for each restorative material. In the analysis software, the finite element mesh was created with tetrahedral quadratic elements, and the polymerization shrinkage was simulated by thermal analogy. The Maximum Principal Stress (MPS) was used to express the tensile stress in the adhesive interface through colorimetric graphs. Results: For the marginal gap, the repeated measures ANOVA revealed a significant effect only for the factors composite resin (df=1, F=4.09, P=.04) and thermal aging (df=1, F=44.35, P<.001). For all numerical simulations, higher stress concentration occurred at the enamel margin, and the stress peak decreased in the following sequence: LE-N (17.0 MPa) > SE-N (15.0 MPa) > LE-BF (9.1 MPa) > SE-BF (8.2 MPa). Conclusion: Marginal gaps in the specimens fell between*

*approximately 12-17  $\mu\text{m}$ , however, the regular bulk-filled composite showed less gap formation and better stress distribution around the cavity margin than the regular nano-filled composite, regardless of the cavity extension.*

*Clinical Relevance: Restoring small and large Class V cavities with a regular bulk-filled composite presents a more favorable biomechanical behavior than restoring with a regular nano-filled composite.*

*Artigo disponível em: In press Operative Dentistry.*

**2.4 Artigo – Correia AMO, Jurema ALB, Andrade MR, Borges ALS, Bresciani E, Caneppele TMF. Avaliação clínica de lesões cervicais não cariosas de diferentes extensões restauradas com resina composta de preenchimento único ou convencional: resultados preliminares de um ensaio clínico randomizado / *Clinical evaluation of noncarious cervical lesions of different extensions restored with bulk fill or conventional resin composite: Preliminary results of a randomized clinical trial\****

## **RESUMO**

Objetivo: Este ensaio clínico randomizado avaliou a influência da distância ocluso-gengival (OGD) de lesões cervicais não cariosas (LCNCs) no desempenho clínico de uma resina composta regular de preenchimento único e de uma resina composta regular nanoparticulada. Materiais e métodos: Um total de 140 restaurações foram aleatoriamente colocadas em 77 participantes por um operador. As LCNCs foram divididas em quatro grupos (n=35) de acordo com OGD (1,5 mm ± 10% ou 3 mm ± 10%) e resinas compostas (Filtek Bulk Fill Posterior [B] ou Filtek Z350 XT [C] utilizadas: 1,5 mm-B, 1,5 mm-C, 3 mm-B e 3 mm-C. Um adesivo autocondicionante de 2 passos (Clearfil SE Bond) foi aplicado seguindo as instruções do fabricante em todos os procedimentos restauradores. As restaurações foram polidas uma semana após a colocação. A avaliação clínica foi realizada no início (7 dias), 6 meses e 1 ano por dois examinadores calibrados, de acordo com os critérios USPHS modificados avaliando fraturas/retenção, descoloração marginal, adaptação marginal, recorrência de cárie, forma anatômica, sensibilidade pós-operatória e textura da superfície. O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para comparação intergrupos em cada período de avaliação; o teste de Friedman, seguido pelo teste de diferença menos significativa (comparações múltiplas) foi usado para comparação intragrupo entre a avaliação inicial e os demais tempos de acompanhamento ( $\alpha=0,05$ ). Resultados: Duas restaurações foram perdidas aos 12 meses (1 para 1,5 mm-B e 1 para 3 mm-B). As taxas de retenção aos 12 meses foram de 100% para 1,5 mm-C, 97% para 1,5 mm-B, 100% para 3 mm-C; e 97% para 3 mm-B, sem diferença estatística entre os grupos ( $p=0,570$ ). Aos 12 meses, uma diferença significativa foi encontrada entre os períodos de avaliação para o mesmo grupo (1,5 mm-B, 1,5 mm-C e 3 mm-B) em relação ao critério de descoloração marginal; além disso, o grupo de 3 mm-C mostrou uma diferença significativa a partir de 6 meses. Nenhuma diferença significativa foi encontrada para os outros parâmetros. Conclusão: Ambas as resinas compostas apresentaram desempenhos

---

\*Artigo elaborado de acordo com as normas do Periódico *Operative Dentistry* (Print version ISSN 0361-7734. Online version ISSN 1559-2863). Publicado em: Oper Dent. 2019 Dec;45:E11-E20. doi: 10.2341/18-256-C. Epub 2019 Dec 3.

clínicos aceitáveis, e OGD das LCNCs não influenciou o desempenho clínico das restaurações de resina composta após 12 meses.

Relevância clínica: Resinas compostas regular nanoparticulada e de preenchimento único mostraram bom desempenho clínico para restaurar lesões cervicais não cariosas de diferentes extensões após 1 ano.

### **SUMMARY**

*Purpose: This randomized clinical trial evaluated the influence of the occlusogingival distance (OGD) of noncarious cervical lesions (NCCLs) on the clinical performance of a regular bulk-fill resin composite and a regular nanofilled resin composite. Methods and Materials: A total of 140 restorations were randomly placed in 77 participants by one operator. NCCLs were divided into four groups (n=35) according to OGD (1.5 mm  $\pm$  10% or 3 mm  $\pm$  10%) and resin composites (Filtek Bulk Fill Posterior [B] or Filtek Z350 XT [C]) used: 1.5 mm-B, 1.5 mm-C, 3 mm-B, and 3 mm-C. A two-step self-etch adhesive (Clearfil SE Bond) was applied following manufacturer instructions in all restorative procedures. Restorations were polished 1 week after placement. Clinical evaluation was performed at baseline (7 days), 6 months, and 1 year by two calibrated examiners, according to the modified US Public Health Service criteria evaluating fractures/retention, marginal staining, marginal adaptation, recurrence of caries, anatomic form, postoperative sensitivity, and surface texture. The Kruskal-Wallis test was used for intergroup comparison in each follow-up; the Friedman analysis of variance, followed by the least significant difference test (multiple comparisons) was used for intragroup comparison between baseline and follow-up times ( $\alpha=0.05$ ). Results: Two restorations were lost at 12 months (1 for 1.5 mm-B and 1 for 3 mm-B). The retention rates at 12 months were 100% for 1.5 mm-C, 97% for 1.5 mm-B, 100% for 3 mm-C; and 97% for 3 mm-B, with no statistical difference among the groups ( $p=0.570$ ). At 12 months, a statistically significant difference was found among the follow-up times for the same group (1.5 mm-B, 1.5 mm-C, and 3 mm-B) regarding the marginal staining criterion; moreover, the 3 mm-C group showed a significant difference from 6 months. No significant difference was found for the other parameters.*

*Conclusion: Both resin composites showed acceptable clinical performance, and the OGD of NCCLs did not influence the clinical performance of resin composite restorations after 12 months.*

*Clinical relevance: Regular nanofilled and regular bulk-fill resin composites showed good clinical performances for restoring noncarious cervical lesions of*

*different sizes after 1 year.*

*Artigo disponível em: <https://www.jopdentonline.org/doi/abs/10.2341/18-256-C>*

**2.5 Artigo – Correia AMO, Bresciani E, Borges AB, Pereira DM, Maia LC, Caneppele TMF. Aspectos relacionados ao dente e cavidade de lesões cervicais não-cariosas afetam a retenção de restaurações de resina composta em adultos? Uma revisão sistemática e meta-análise / *Do tooth and cavity related aspects of non-carious cervical lesions affect the retention of resin composite restorations in adults? A systematic review and meta-analysis\****

**RESUMO**

Objetivo: O objetivo foi realizar uma revisão sistemática e metanálise, com base na seguinte questão de pesquisa: os aspectos relacionados ao dente e cavidade de lesões cervicais não cariosas (LCNCs) afetam a retenção de restaurações de resina composta? Métodos: Ensaios clínicos randomizados (RCTs) que avaliaram a taxa de retenção de restaurações de resina em LCNCs foram incluídos para a identificação e comparação de suas características. A busca foi realizada no PubMed e adaptada para Scopus, Web of Science, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Bibliografia Brasileira de Odontologia (BBO), Cochrane, e Sistema de Informação sobre Literatura Cinzenta na Europa (SIGLE) sem restrições até julho de 2018. Registros de ensaios não publicados e em andamento também foram pesquisados. A ferramenta Cochrane foi usada para avaliar o risco de viés. A qualidade das evidências foi classificada usando o GRADE: Assessment, Development and Evaluation. Utilizando o modelo de efeitos aleatórios, uma metanálise foi conduzida para cada aspecto (distribuição no arco, localização do dente, facetas de desgaste, esclerose dentinária, forma, tamanho, profundidade, distância ocluso-gengival e localização da margem). Resultados: 6738 artigos foram identificados. Após a remoção de duplicatas e artigos não relevantes, 24 RCTs permaneceram. A localização da lesão no dente anterior favoreceu as taxas de retenção da restauração (risco relativo [RR], 1,08; 95% intervalo de confiança [CI], 1,00-1,16). A presença de facetas de desgaste é um fator de risco para a retenção de restaurações (RR, 0,91; 95% CI, 0,83-0,99). A evidência foi moderada para a distribuição no arco e baixa ou muito baixa para todos os outros fatores devido à heterogeneidade, imprecisão e inconsistência. Conclusão: A localização do dente e a presença de facetas de desgastes podem afetar a retenção de resinas compostas em LCNCs.

Relevância clínica: É importante reconhecer os aspectos relacionados aos dentes e cavidades de LCNCs que são relevantes para o sucesso da restauração, como os clínicos devem estar cientes dos mesmos durante o procedimento e acompanhamento dos pacientes.

---

\*Artigo elaborado de acordo com as normas do Periódico *Operative Dentistry* (Print version ISSN 0361-7734. Online version ISSN 1559-2863). Aceito em: 28/08/2019.



## **SUMMARY**

*Purpose: The purpose was to perform a systematic review and meta-analysis based on the following research question: do tooth- and cavity-related aspects of noncarious cervical lesions (NCCLs) affect the retention of composite restorations? Methods: Randomized clinical trials (RCTs) that evaluated the retention rate of resin restorations in NCCLs were included for the identification and comparison of their characteristics. The search was conducted in PubMed and adapted for Scopus, Web of Science, Latin American and Caribbean Health Sciences Literature database (LILACS), Brazilian Library in Dentistry (BBO), Cochrane Library, and System for Information on Grey Literature in Europe (SIGLE) without restrictions until July 2018. Unpublished and ongoing trial registries were also searched. The Cochrane Collaboration tool was used for assessing risk of bias. The quality of the evidence was graded using the Grading of Recommendations: Assessment, Development and Evaluation. Using the random effects model, a meta-analysis was conducted for each aspect (arch distribution, tooth location, wear facets, dentin sclerosis, shape, size, depth, occluso-gingival distance, and margin location). Results: We retrieved 6738 articles. After removal of duplicates and nonrelevant articles, 24 RCTs remained. The anterior tooth location favored the retention rates of restoration of NCCLs (relative risk [RR], 1.08; 95% confidence interval [CI], 1.00-1.16). The presence of wear facets is a risk factor for the retention of restorations (RR, 0.91; 95% CI, 0.83-0.99). The evidence was moderate for arch distribution and low or very low for all other factors because of heterogeneity, imprecision, and inconsistency. Conclusion: The tooth location and the presence of wear facets can affect the retention of composite resins in NCCLs.*

*Clinical relevance: Recognizing the effects related to the teeth and cavities of NCCLs that are relevant to the success of the restoration is important, as clinicians must be aware of them during the procedure and follow-up of the patients.*

*Artigo disponível em: <https://www.jopdentonline.org/doi/abs/10.2341/19-091-L>*

### 3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A restauração de lesões cervicais não-cariosas (LCNCs) representa um dos desafios da Odontologia Restauradora, devido às características não-retentivas dessas lesões, localização das margens em dentina ou cimento, que são desfavoráveis à adesão, e presença de dentina esclerótica (Tay, Pashley, 2004). Por isso, o manejo de tratamento destas lesões não consiste somente na realização de tratamento restaurador repondo o tecido dentário desgastado, mas sim na abordagem de todos os fatores etiológicos e de características clínicas associadas às LCNCs, os quais desempenham um papel fundamental sobre a longevidade do tratamento. Dessa forma, os cinco artigos apresentados expõem dados significativos no que diz respeito à análise de diferentes técnicas restauradoras, comportamento biomecânico e fatores associados às LCNCs que influenciam diretamente no sucesso restaurador.

Inicialmente foram coletados dados a partir de análises de elementos finitos (FEA) para avaliar a influência da técnica restauradora e inserção do material restaurador no desenvolvimento de tensões em LCNCs. FEA permite a avaliação de diferentes fatores, isolando as variáveis de interesse (por exemplo, área, volume e geometria) e evitando danos destrutivos (Borges et al., 2014). Os resultados mostraram que a distribuição das tensões residuais depende da técnica restauradora utilizada e que o volume do incremento não influencia na tensão gerada pela contração de polimerização. Nesse contexto, um material restaurador de preenchimento único apresentou melhor desempenho e isto pode ser atribuído às características previamente reportadas (Bucuta et al., 2014; Fronza et al., 2015; Kim et al., 2015; Rosatto et al., 2015), tais como redução da contração volumétrica, baixa tensão de contração e modulação da reação de polimerização. De acordo com o fabricante, o dimetacrilato aromático de alto peso molecular

(AUDMA), presente na composição deste material, diminui o número de grupos reativos na resina, enquanto um metacrilato adicional reduz a tensão gerada pela contração de polimerização. Baseado nisso, sugere-se que essa técnica restauradora pode reduzir os efeitos clinicamente indesejáveis da contração de polimerização, tais como: sensibilidade pós-operatória, microinfiltração e descoloração marginal. Consequentemente, isso poderá reduzir as taxas de falha das LCNCs e, assim, melhorar as condições gerais para a longevidade clínica da restauração.

A literatura descreve que as diferentes técnicas adesivas não têm sido eficazes na eliminação de infiltração marginal e formação de fendas marginais (Al-Harbi et al., 2015; Yoshimine et al., 2015; Hayashi et al., 2017; Gamarra et al., 2018). Têm-se sugerido que o biselamento marginal pode reduzir ou eliminar a microinfiltração e fendas associadas às restaurações de resina composta (Opdam et al., 1998; Coelho-de-Souza et al., 2008; Coelho-de-Souza et al., 2010; Borges et al., 2014). Outra abordagem possível para controlar os efeitos da tensão produzida pela contração de polimerização está relacionada a geometria da cavidade. Borges et al. (2014) relataram que diferentes ângulos cavo-superficiais em restaurações classe V promovem diferentes locais de concentração de tensões durante a polimerização da resina. Isso significa que, se a concentração de tensão puder ser direcionada para longe da margem, aumentando o ângulo cavo-superficial, a degradação da interface adesiva poderá ser reduzida. Diante disso, a influência do ângulo cavo-superficial na formação de fendas marginais e concentração de tensões em restaurações classe V foi avaliada por meio de testes experimentais e FEA, simulando as mesmas condições experimentais. Nesse modelo de estudo, maior concentração de tensão na interface da restauração, e fenda marginal foram evidenciados para o ângulo cavo-superficial de 90°. Para os ângulos de 120° e 135°, as concentrações de tensão foram menores e localizaram-se na estrutura dentária, sendo menos críticas. É importante ressaltar que apenas

nos casos em que restaurações de volume semelhante e mesma forma de cavidade são comparadas, o ângulo cavo-superficial parece ser um parâmetro válido para prever a formação de fenda marginal. Apesar desses achados, o uso de modelos homogêneos e estáticos não considera as consequências da contração de polimerização (Machado et al., 2017). Portanto, é essencial validar esses achados por meio de outras metodologias que levem em consideração outras variáveis, tais como as técnicas restauradoras avaliadas em alguns destes estudos, e que sejam mais próximas da realidade clínica.

Nessa perspectiva, o terceiro estudo teve como objetivo avaliar a influência da extensão da cavidade e do material restaurador na formação de fendas marginais, antes e após o envelhecimento térmico, e a distribuição da tensão de contração de polimerização em restaurações de resina composta em LCNCs simuladas. Os resultados deste estudo revelaram que a extensão da cavidade testada não influencia na formação de fenda marginal. Além disso, restaurar cavidades Classe V pequenas e grandes com uma resina regular de preenchimento único resulta em menor formação de fenda marginal e em comportamento biomecânico mais favorável comparado à restauração com uma resina regular nanoparticulada. Esses dados suportam a hipótese testada no Artigo 1 de que o uso de uma resina de preenchimento único pode melhorar o comportamento biomecânico da restauração e, dessa forma, contribuir para a longevidade clínica do tratamento restaurador.

Assim, baseado nos resultados promissores obtidos nos três estudos prévios e diante da escassa literatura em relação à análise de diferentes técnicas restauradoras em LCNCs com diferentes extensões, o quarto estudo propôs avaliar a influência da extensão da cavidade de LCNCs sobre o desempenho clínico de duas resinas compostas regulares, uma resina de preenchimento único e uma resina nanoparticulada. Cento e quarenta restaurações foram realizadas em 77 pacientes e avaliadas ao final de 7 dias, 6 meses e 12 meses por dois avaliadores

calibrados utilizando o critério USPHS modificado. Aos 12 meses, ambas as resinas compostas apresentaram desempenhos clínicos aceitáveis, e a extensão das LCNCs não influenciou o desempenho clínico das restaurações de resina composta. Apesar dos excelentes resultados obtidos, vale ressaltar que o período de 12 meses é relativamente curto e que outras variáveis que também podem influenciar na longevidade do tratamento restaurador dessas lesões, tais como, a macromorfologia (forma e extensão mesio-distal) não foi levada em consideração no presente estudo. Por isso, investigações adicionais a longo prazo ainda são necessárias.

Visto que outros fatores possam interferir na longevidade clínica das restaurações de resina composta em LCNCs e que não há na literatura estudos que analisaram a influência das características das cavidades e de fatores relacionados ao dente sobre o sucesso restaurador em LCNCs, a revisão sistemática proposta respondeu a seguinte pergunta: os aspectos relacionados ao dente e cavidade de LCNCs afetam a retenção de restaurações de resina composta?. Embora foram encontrados estudos para responder à pergunta de pesquisa, a variabilidade no relato das características dificultou o agrupamento dos dados. Além disso, os resultados foram derivados de evidências indiretas. O objetivo primário dos estudos incluídos foi comparar diferentes estratégias adesivas ou diferentes resinas compostas para restauração de LCNCs, e isso pode ter contribuído para a heterogeneidade encontrada em algumas meta-análises. Essa heterogeneidade foi responsável por rebaixar a qualidade das evidências obtidas na metanálise de alguns aspectos (localização do dente, esclerose dentinária, forma, profundidade e localização da margem). Mesmo diante das dificuldades encontradas, este estudo obteve resultados relevantes que evidenciaram uma maior probabilidade de sucesso para as LCNCs restauradas em dentes anteriores comparado aos dentes posteriores. Além disso, a presença de facetas de desgaste pode reduzir a taxa de retenção de restauração de resina composta em LCNCs. Outros achados incluem

que a distribuição no arco, a esclerose dentinária, a forma, o tamanho, a profundidade, a distância ocluso-gengival e a localização da margem não afetam o sucesso restaurador das restaurações com resina.

Apesar de algumas limitações, os achados a respeito da influência das características clínicas e fatores associados às LCNCs e tipo de resina composta sobre o sucesso restaurador representam dados importantes que auxiliarão nas etapas subsequentes para complemento destes estudos e que servirão para o delineamento de futuras pesquisas.

## REFERÊNCIAS\*

Al-Harbi F, Kaisarly D, Michna A, ArRejaie A, Bader D, El Gezawi M. Cervical interfacial bonding effectiveness of class II bulk versus incremental fill resin composite restorations. *Oper Dent*. 2015;40:622-35. doi: 10.2341/14-152-L.

Al Sunbul H, Silikas N, Watts DC. Polymerization shrinkage kinetics and shrinkage-stress in dental resin-composites. *Dent Mater*. 2016;32:998-1006. doi: 10.1016/j.dental.2016.05.006.

Bayraktar Y, Ercan E, Hamidi MM, Çolak H. One-year clinical evaluation of different types of bulk-fill composites. *J Investig Clin Dent*. 2017;8. doi: 10.1111/jicd.12210.

Boric J, Anic I, Urek MM, Ferreri S. The prevalence of non-carious cervical lesions in permanent dentition. *J Oral Rehabil*. 2004;31:117-23. doi: 10.1046/j.0305-182X.2003.01223.x.

Borges A, Borges A, Xavier T, Bottino M, Platt J. Impact of quantity of resin, C-factor, and geometry on resin composite polymerization shrinkage stress in class V restorations. *Oper Dent*. 2014;39:144-51. doi: 10.2341/12-440-L.

Braga RR, Boaro LC, Kuroe T, Azevedo CL, Singer JM. Influence of cavity dimensions and their derivatives (volume and 'C' factor) on shrinkage stress development and microleakage of composite restorations. *Dent Mater*. 2006;22:818-23. doi: 10.1016/j.dental.2005.11.010.

Bucuta S, Ilie N. Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. *Clin Oral Investig*. 2014;18:1991-2000. doi: 10.1007/s00784-013-1177-y.

Canali GD, Ignácio SA, Rached RN, Souza EM. One-year clinical evaluation of bulk-fill flowable vs. regular nanofilled composite in non-carious cervical lesions. *Clin Oral Investig*. 2018;1-9 doi: 10.1007/s00784-018-2509-8.

Coelho-de-Souza FH, Camacho GB, Demarco FF, Powers JM. Fracture resistance and gap formation of MOD restorations: influence of restorative technique, bevel preparation and water storage. *Oper Dent*. 2008;33:37-43. doi: 10.2341/07-27. PMID: 18335731.

---

\* Baseado em: International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical journals: Sample References [Internet]. Bethesda: US NLM; c2003 [cited 2019 Jan 2019]. U.S. National Library of Medicine; [about 6 p.]. Available from: [http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html)

Coelho-de-Souza FH, Klein-Júnior CA, Camargo JC, Beskow T, Balestrin MD, Demarco FF. Double-blind randomized clinical trial of posterior composite restorations with or without bevel: 6-month follow-up. *J Contemp Dent Pract* 2010;11:1-8. PMID: 20228981.

Eliguzeloglu E, Eraslan O, Omurlu H, Eskitascioglu G, Belli S. The effect of cavity shape and hybrid layer on the stress distribution of cervical composite restorations. *Eur J Dent* 2011;5:180-5. PubMed PMID: 21494386.

Fagundes TC, Barata TJ, Bresciani E, Santiago S, Franco EB, Lauris JR, et al. Seven-year clinical performance of resin composite versus resin-modified glass ionomer restorations in noncarious cervical lesions. *Oper Dent*. 2014;39(6):578-87. doi: 10.2341/13-054-C.

Ferracane JL. Resin composite--state of the art. *Dent Mat*. 2011;27(1):29-38. doi: 10.1016/j.dental.2010.10.020.

Fronza BM, Rueggeberg FA, Braga RR, Mogilevych B, Soares LE, Martin AA, et al. Monomer conversion, microhardness, internal marginal adaptation, and shrinkage stress of bulk-fill resin composites. *Dent Mater*. 2015;31:1542-51. doi: 10.1016/j.dental.2015.10.001.

Gamarra VSS, Borges GA, Júnior LHB, Spohr AM. Marginal adaptation and microleakage of a bulk-fill composite resin photopolymerized with different techniques. *Odontology*. 2018;106(1):56-63. doi: 10.1007/s10266-017-0294-5.

Gladys S, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Marginal adaptation and retention of a glass-ionomer, resin-modified glass-ionomers and a polyacid-modified resin composite in cervical Class-V lesions. *Dent Mater*. 1998;14:294-306. PubMed PMID: 10379259.

Grippio JO, Simring M, Coleman TA. Abfraction, abrasion, biocorrosion, and the enigma of noncarious cervical lesions: a 20-year perspective. *J Esthet Rest Dent*. 2012;24(1):10-23. doi: 10.1111/j.1708-8240.2011.00487.x.

Hayashi J, Shimada Y, Tagami J, Sumi Y, Sadr A. Real-time imaging of gap progress during and after composite polymerization. *J Dent Res*. 2017;96:992-8. doi: 10.1177/0022034517709005. PMID: 28521113.

Heck K, Manhart J, Hickel R, Diegritz C. Clinical evaluation of the bulk fill composite QuiXfil in molar class I and II cavities: 10-year results of a RCT. *Dent Mater*. 2018;34(6):e138-e147. doi: 10.1016/j.dental.2018.03.023.



Heymann HO, Sturdevant JR, Bayne S, Wilder AD, Sluder TB, Brunson WD. Examining tooth flexure effects on cervical restorations: A two-year clinical Study. *J Am Dent Assoc.* 1991;22(5):41-7. PMID: 1646246.

Ilie N, Schoner C, Bucher K, Hickel R. An in-vitro assessment of the shear bond strength of bulk-fill resin composites to permanent and deciduous teeth. *J Dent.* 2014;42:850-5. doi: 10.1016/j.jdent.2014.03.013.

Karaman E, Keskin B, Inan U. Three-year clinical evaluation of class II posterior composite restorations placed with different techniques and flowable composite linings in endodontically treated teeth. *Clin Oral Investig.* 2016;21:709-16. doi: 10.1007/s00784-016-1940-y.

Kim RJ, Kim YJ, Choi NS, Lee IB. Polymerization shrinkage, modulus, and shrinkage stress related to tooth-restoration interfacial debonding in bulk-fill composites. *J Dent.* 2015;43:430-9. doi: 10.1016/j.jdent.2015.02.002.

Kubo S, Yokota H, Yokota H, Hayashi Y. Challenges to the clinical placement and evaluation of adhesively-bonded, cervical composite restorations. *Dent Mater.* 2013;29:10-27. doi: 10.1016/j.dental.2012.08.003.

Kubo S, Yokota H, Yokota H, Hayashi Y. Three-year clinical evaluation of a flowable and a hybrid resin composite in non-carious cervical lesions. *J Dent.* 2010;38(3):191-200. doi: 10.1016/j.jdent.2009.10.003.

Lawson NC, Robles A, Fu CC, Lin CP, Sawlani K, Burgess JO. Two-year clinical trial of a universal adhesive in total-etch and self-etch mode in non-carious cervical lesions. *J Dent.* 2015;43(10):1229-34. doi: 10.1016/j.jdent.2015.07.009.

Leprince JG, Palin WM, Vanacker J, Sabbagh J, Devaux J, Leloup G. Physicomechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *J Dent.* 2014;42(8):993-1000. doi: 10.1016/j.jdent.2014.05.009.

Machado AC, Soares CJ, Reis BR, Bicalho AA, Raposo L, Soares PV. Stress-strain analysis of premolars with non-carious cervical lesions: influence of restorative material, loading direction and mechanical fatigue. *Oper Dent.* 2017;42:253–65. doi: 10.2341/14-195-L.

Moretto SG, Russo EM, Carvalho RC, De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, et al. 3-year clinical effectiveness of one-step adhesives in non-carious cervical lesions. *J Dent.* 2013; 41(8):675-82. doi: 10.1016/j.jdent.2013.05.016.

Nahsan FP, Mondelli RF, Franco EB, Naufel FS, Ueda JK, Schmitt VL, et al. Clinical strategies for esthetic excellence in anterior tooth restorations: understanding color and composite resin selection. *J Appl Oral Sci.* 2012;20(2):151-6. doi: 10.1590/S1678-77572012000200005.

Opdam NJ, Roeters JJ, Kuijs R, Burgersdijk RC. Necessity of bevels for box only Class II composite restorations. *J Prosthet Dent.* 1998;80(3) 274-279. PMID: 9760359.

Papadogiannis D, Tolidis K, Gerasimou P, Lakes R, Papadogiannis Y. Viscoelastic properties, creep behavior and degree of conversion of bulk fill composite resins. *Dent Mater.* 2015;31(12):1533-41. doi: 10.1016/j.dental.2015.09.022.

Par M, Gamulin O, Marovic D, Klaric E, Tarle Z. Raman spectroscopic assessment of degree of conversion of bulk-fill resin composites--changes at 24 hours post cure. *Oper Dent.* 2015;40:E92-101. doi: 10.2341/14-091-L.

Perdigão J, Dutra-Correa M, Saraceni SH, Ciaramicoli MT, Kiyani VH. Randomized clinical trial of two resin-modified glass ionomer materials: 1-year results. *Oper Dent.* 2012;37(6):591-601. doi: 10.2341/11-415-C.

Powell LV, Johnson GH, Gordon GE. Factors associated with clinical success of cervical abrasion/erosion restorations. *Oper Dent.* 1995;20(1):7-13. PMID: 8700767.

Rosatto CM, Bicalho AA, Verissimo C, Braganca GF, Rodrigues MP, Tantbirojn D, et al. Mechanical properties, shrinkage stress, cuspal strain and fracture resistance of molars restored with bulk-fill composites and incremental filling technique. *J Dent.* 2015;43:1519-28. doi: 10.1016/j.jdent.2015.09.007.

Sidhu SK. Clinical evaluations of resin-modified glass-ionomer restorations. *Dent Mater.* 2010; 26: 7-12.

Stojanac IL, Premovic MT, Ramic BD, Drobac MR, Stojsin IM, Petrovic LM. Noncarious cervical lesions restored with three different tooth-colored materials: two-year results. *Oper Dent.* 2013;38:12-20. doi: 10.2341/12-046-C.

Tay FR, Pashley DH. Resin bonding to cervical sclerotic dentin: a review. *J Dent.* 2004;32:173-96. doi: 10.1016/j.jdent.2003.10.009.

van Dijken JW, Pallesen U. A randomized controlled three year evaluation of "bulk-filled" posterior resin restorations based on stress decreasing resin technology. *Dent Mater.* 2014;30:e245-51. doi: 10.1016/j.dental.2014.05.028.

van Dijken JW, Pallesen U. Long-term dentin retention of etch-and-rinse and self-etch adhesives and a resin-modified glass ionomer cement in non-carious cervical lesions. *Dent Mater.* 2008;24:915-22. doi: 10.1016/j.dental.2007.11.008.


van Dijken JW, Pallesen U. Randomized 3-year clinical evaluation of Class I and II posterior resin restorations placed with a bulk-fill resin composite and a one-step self-etching adhesive. *J Adhes Dent.* 2015;17:81-8. doi: 10.3290/j.jad.a33502.

van Dijken JW, Pallesen U. Posterior bulk-filled resin composite restorations. A 5-year randomized controlled clinical study. *J Dent.* 2016;51:29-35. doi: 10.1016/j.jdent.2016.05.008.

Yazici AR, Antonson SA, Kutuk ZB, Ergin E. Thirty-six month clinical comparison of bulk fill and nanofill composite restorations. *Oper Dent.* 2017;42(5):478-85. doi: 10.2341/16-220-C.

Yoshimine N, Shimada Y, Tagami J, Sadr A. Interfacial adaptation of composite restorations before and after light curing: effects of adhesive and filling technique. *J Adhes Dent.* 2015;17:329-36. doi: 10.3290/j.jad.

**ANEXO A – Certificado do Comitê de Ética em Pesquisa**

<p>UNESP - INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - CAMPUS DE SÃO JOSÉ DOS</p> 
<b>PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP</b>
<b>DADOS DO PROJETO DE PESQUISA</b>
<b>Título da Pesquisa:</b> AVALIAÇÃO CLÍNICA LONGITUDINAL DE LESÕES CERVICAIS NÃO CARIOSAS DE DIFERENTES EXTENSÕES RESTAURADAS COM RESINAS $\zeta$ BULK-FILL $\zeta$ OU CONVENCIONAL: ESTUDO CLÍNICO RANDOMIZADO
<b>Pesquisador:</b> Taciana Marco Ferraz Caneppele
<b>Área Temática:</b>
<b>Versão:</b> 2
<b>CAAE:</b> 58166416.0.0000.0077
<b>Instituição Proponente:</b> Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos - UNESP
<b>Patrocinador Principal:</b> Financiamento Próprio
<b>DADOS DO PARECER</b>
<b>Número do Parecer:</b> 1.734.858