

RESSALVA

Atendendo a solicitação do(a) autor(a), o texto completo desse trabalho será disponibilizado no repositório a partir de 29/06/2028.



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

ELISA DONÁRIA ABOUCAUCH GRASSI

**INFLUÊNCIA DA ELEVAÇÃO DA MARGEM GENGIVAL NO
COMPORTAMENTO BIOMECÂNICO E NA MICROINFILTRAÇÃO DE
INCISIVOS CENTRAIS TRATADOS ENDODONTICAMENTE**

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Elisa Donária Aboucauch Grassi", written in a cursive style.

ELISA DONÁRIA ABOUCAUCH GRASSI

**INFLUÊNCIA DA ELEVAÇÃO DA MARGEM GENGIVAL NO
COMPORTAMENTO BIOMECÂNICO E NA MICROINFILTRAÇÃO DE INCISIVOS
CENTRAIS TRATADOS ENDODONTICAMENTE**

Tese de doutorado 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 CIÊNCIAS APLICADAS À SAÚDE BUCAL.

Área: Prótese Dentária. Linha de pesquisa: Desempenho de materiais reabilitadores protéticos.

Orientador: Prof. Dr. Assoc. Guilherme de Siqueira F. A. Saavedra

Coorientador: Prof. Dr. Guilherme Schmitt de Andrade

São José dos Campos

2026

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2026]. 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).

Grassi, Elisa Donária Aboucauch

Influência da elevação da margem gengival no comportamento biomecânico e na microinfiltração de incisivos centrais tratados endodonticamente / Elisa Donária Aboucauch Grassi. - São José dos Campos : [s.n.], 2026.
91 f. : il.

Tese (doutorado) - Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Saúde Bucal - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2026.

Orientador: Guilherme de Siqueira Ferreira Anzaloni Saavedra
Coorientador: Guilherme Schmitt De Andrade

1. Técnica para Retentor Intrarradicular. 2. Fraturas por Fadiga. 3. Análise de Elementos Finitos. I. Saavedra, Guilherme de Siqueira Ferreira Anzaloni, orient. II. De Andrade, Guilherme Schmitt, coorient. III. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. IV. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - UNESP. V. Universidade Estadual Paulista (UNESP). VI. Título.

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

Apesar da crescente popularização da elevação da margem gengival (EMG) na odontologia restauradora, observa-se uma ampla adoção clínica, aplicada em dentes anteriores, ainda que haja uma deficiência de evidências científicas que sustentem sua aplicação nesse contexto específico. A maior parte dos estudos concentra-se em dentes posteriores, nos quais as condições biomecânicas, o padrão de carregamento e as exigências estéticas diferem dos dentes anteriores. Nesse sentido, o presente estudo assume e aborda essa lacuna, investigando o impacto da EMG em incisivos centrais tratados endodonticamente, apontando que tanto a presença quanto, principalmente, a localização da EMG influenciam de maneira significativa o comportamento em fadiga, a distribuição de tensões e a infiltração marginal. O estudo contribui para a construção de protocolos restauradores mais seguros e baseados em evidências, particularmente em uma região onde falhas têm impacto funcional e estético significativo.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

Despite the growing popularity of Deep Margin Elevation (DME) in restorative dentistry, its widespread clinical adoption in anterior teeth contrasts with the lack of robust scientific evidence supporting its use in this specific context. Most studies focus on posterior teeth, where biomechanical conditions, loading patterns, and aesthetic requirements differ substantially from those of anterior teeth. The present study addresses this gap by investigating the impact of DME on endodontically treated central incisors, demonstrating that both the presence and, crucially, the location of the DME significantly influence fatigue behavior, stress distribution, and marginal leakage. These findings contribute to the development of safer, evidence-based restorative protocols, particularly in a region where failures carry significant functional and aesthetic consequences.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Assoc. Guilherme de Siqueira Ferreira Anzaloni Saavedra (Orientador)

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

Prof. Tit. Alexandre Luiz Souto Borges

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

Prof. Assist. Rayana Duarte Khoury

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

Prof. Assoc. Carlos Eduardo Francci

Prof. Assoc. Carlos Francci

Universidade de São Paulo (USP)

Faculdade de Odontologia

Campus de São Paulo

Prof. Dr. Saulo Geraldelli

East Carolina University (ECU)

School of Dental Medicine

Greenville, NC, USA

São José dos Campos, 29 de junho de 2026.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho às mulheres que abriram as portas para que eu pudesse ocupar lugares que antes eram inimagináveis, em especial as da minha família e da ciência. Dedico aos meus pais, **Fátima e Sauro**, que abraçam comigo cada caminho que eu decido seguir e que correram para que eu pudesse ver a paisagem sem pressa. Esse trabalho não é meu, é nosso. A maior honra que eu poderia ter é ser parte dessa família. Que sorte a minha em vir pra esse mundo através de vocês, com vocês. Obrigada!

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, **Prof. Guilherme de Siqueira Ferreira Anzaloni Saavedra**, por aceitar me orientar também no doutorado e a me inserir no mundo da Odontologia Digital, que sem dúvidas é um caminho extraordinário. Obrigada por compartilhar os seus conhecimentos e me proporcionar tanto crescimento nessa jornada.

Ao meu coorientador e amigo, **Prof. Guilherme Schmitt de Andrade**, obrigada por me apresentar a linha de pesquisa que eu tenho tanto orgulho em seguir. Obrigada por me ensinar tanto e me formar não só como pesquisadora, mas também como pessoa. Obrigada por absolutamente tudo, mas, acima de tudo, por acreditar em mim.

Ao meu orientador externo, **Prof. Marco Markus Maria Gresnigt**, por ser essa pessoa tão extraordinária que me aceitou no seu país, na sua faculdade, no seu curso e na sua família. Por me ensinar tanto! Quando crescer, quero ser igual você.

Ao **Prof. Alexandre Luiz Souto Borges**, obrigada por confiar no meu trabalho, por aceitar ser minha banca de doutorado, por me ensinar bioengenharia e pela oportunidade de colaborar com a disciplina de ferramentas digitais. Obrigada por trazer leveza no nosso programa e pela gentileza de sempre. Obrigada por tudo, Prof!

Ao **Prof. Marco Antonio Bottino**, obrigada por ser um exemplo pra mim. Obrigada por tudo o que você fez e faz não só por mim, mas por todos que precisam de você no nosso programa de pós-graduação. Eu tenho muito orgulho em dizer que sou sua aluna. Obrigada por tudo!

Agradeço ao **Prof. Luiz Felipe Valandro, Prof. Renan Vaz Machry e Dr. Helder Callegaro Velho**, que me deram todo suporte para a execução do teste de fadiga na UFSM e tornaram essa experiência uma das mais especiais na minha trajetória como doutoranda.

Agradeço aos professores **Saulo Geraldeli e Carlos Eduardo Francci**, por aceitarem compor a minha banca e me ajudarem com esse trabalho que eu tenho tanto carinho. Me sinto honrada em tê-los contribuindo para o meu doutorado.

A **todos os professores e professoras**, aos **funcionários**, aos **amigos e colegas** que fizeram com que essa pesquisa fosse possível. Com vocês, pude ir mais longe e voar mais alto, obrigada!

À clínica odontológica “**Allegro**” e ao laboratório “**L’Odontotécnico**”, que sempre me proporcionaram a estrutura que eu precisei, com funcionários que moram no meu coração.

Agradeço à **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)**, que financiou a minha pesquisa e tornou tantos sonhos meus realidade (**Projeto de Pesquisa - Regular / Fluxo Contínuo – Processo nº 2021/06207-2; Doutorado / Fluxo Contínuo - Processo nº 2021/09713-6 e BEPE - Doutorado / Fluxo Contínuo – Processo nº 2023/11332-6**).

E210726stendo meu reconhecimento à **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)** e ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)**, pelo contínuo apoio ao desenvolvimento da pesquisa científica e da pós-graduação no Brasil, contribuindo para o fortalecimento da ciência, da formação de recursos humanos e da produção do conhecimento.

Agradeço à **Universidade Estadual Paulista**, em especial ao **Programa de**

Pós-Graduação do Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos por abrirem as portas para mim e proporcionarem um conhecimento imensurável, por formar a profissional que me tornei.

Quero agradecer à toda a **minha família**, especialmente aos meus irmãos, **Lucas e Martina**, e à **Adriana**, esposa do meu pai, que me ajudaram tanto, especialmente nos momentos mais difíceis.

Agradeço, em especial, ao meu namorado **Caique**, que nunca soltou a minha mão e sempre acreditou no meu potencial, mesmo quando eu mesma não acreditei. Obrigada por toda ajuda, pela parceria e pela oportunidade de crescermos juntos. Eu te amo!

“Caminhando se abre o caminho.” Arturo Paoli

RESUMO

Grassi EDA. Influência da elevação da margem gengival no comportamento biomecânico e na microinfiltração de incisivos centrais tratados endodonticamente. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, 2026.

Este estudo avaliou o comportamento biomecânico e qualidade marginal de incisivos centrais tratados endodonticamente, sem férula e com pino de fibra de vidro, restaurados com coroas de dissilicato de lítio, variando a presença e localização da elevação da margem gengival (EMG) em resina composta. O delineamento fatorial foi de 2×3, considerando presença de elevação (com [E] e sem [SE]) e localização (proximal mesial [P], vestibular [V] e lingual [L]). Foram utilizadas 120 raízes bovinas para ensaio de fadiga (n=10) e microinfiltração (n=10). O ensaio de fadiga foi realizado por stepwise stress (10.000 ciclos/step; 50 N/step; 20 Hz; carga inicial de 100 N) até fratura, com análise do modo de falha por estereomicroscopia. Para microinfiltração, realizou-se envelhecimento térmico (6.000 ciclos; 5–55 °C) e mecânico (100 N; 100.000 ciclos), seguido de imersão em corante por 24 h e análise após seccionamento. A distribuição de tensões foi avaliada por análise por elementos finitos em modelos 3D, assumindo materiais isotrópicos, lineares e homogêneos (exceto o pino, ortotrópico), sob carga oblíqua de 400 N (45°), critério de Tensão Máxima Principal e de Cisalhamento. No teste de fadiga, a localização influenciou significativamente ($p<0,001$) o comportamento biomecânico, enquanto a presença da EMG não ($p>0,05$). EL (FFL=790 N; CFF=141.848) e SEL (FFL=840 N; CFF=152.009) apresentaram maior resistência, enquanto EV apresentou os menores valores (FFL=535 N; CFF=87.234). Os grupos com EMG apresentaram menor incidência de falhas catastróficas. Na microinfiltração, não houve diferença na interface cimento-raiz ($p>0,05$). Na interface cimento-coroa, os maiores valores foram observados em EL (1,90 mm) e SEL (1,50 mm), seguidos por EP (1,49 mm), EV (1,15 mm) e SEP (1,14 mm), com menor valor em SEV (1,10 mm) ($p<0,05$). Na análise por elementos finitos, as tensões de cisalhamento sobressaíram em relação às de tração, concentrando-se na região vestibular, enquanto as tensões de tração foram mais evidentes na região palatina do substrato ($\approx 39,19$ – $43,99$ MPa). Na restauração da elevação, EV apresentou maior frequência de nós com tensões de tração >5 MPa (387 nós), seguido por EL (65 nós) e EP (35 nós). No cimento resinoso, maiores concentrações ocorreram na interface cimento-coroa (até 15,77 MPa nos grupos SEP e EP), corroboradas pela maior quantidade de nós com tensões >4 MPa, especialmente no grupo SEP (639 nós). A presença da EMG não influenciou o comportamento biomecânico, mas esteve associada à redução de falhas catastróficas, enquanto sua localização exerceu influência significativa.

Palavras-chave: Técnica para Retentor Intrarradicular; Fraturas por Fadiga; Análise de Elementos Finitos.

ABSTRACT

Grassi EDA. *Influence of Deep Margin Elevation on the Biomechanical Behavior and Microleakage of Endodontically Treated Central Incisors*. São José dos Campos (SP): São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology; 2026.

This study evaluated the biomechanical behavior and microleakage of endodontically treated maxillary central incisors, without ferrule and restored with glass fiber posts and lithium disilicate crowns, varying the presence and location of deep margin elevation (DME) using composite resin. A 2×3 factorial design was adopted, considering the presence of elevation (with [E] and without [SE]) and location (mesial proximal [P], buccal [V], and lingual [L]). A total of 120 bovine roots were used for fatigue (n=10) and microleakage (n=10) tests. Fatigue testing was performed using a stepwise stress method (10,000 cycles/step; 50 N/step; 20 Hz; initial load of 100 N) until fracture, with failure mode analyzed by stereomicroscopy. For microleakage, thermal (6,000 cycles; 5–55 °C) and mechanical aging (100 N; 100,000 cycles) were performed, followed by dye immersion for 24 h and evaluation after sectioning. Stress distribution was assessed by Finite Element Analysis (FEA) using 3D models, assuming isotropic, linear, and homogeneous materials (except for the post, considered orthotropic), under an oblique load of 400 N (45°), using Maximum Principal Stress and Maximum Stress criteria. In fatigue testing, location significantly influenced biomechanical behavior ($p<0.001$), whereas the presence of DME did not ($p>0.05$). EL (FFL=790 N; CFF=141,848) and SEL (FFL=840 N; CFF=152,009) showed the highest resistance, while EV presented the lowest values (FFL=535 N; CFF=87,234). Groups with DME exhibited a lower incidence of catastrophic failures. For microleakage, no significant differences were observed at the cement–root interface ($p>0.05$). At the cement–crown interface, the highest values were observed for EL (1.90 mm) and SEL (1.50 mm), followed by EP (1.49 mm), EV (1.15 mm), and SEP (1.14 mm), with the lowest value for SEV (1.10 mm) ($p<0.05$). FEA showed that shear stresses predominated over tensile stresses, concentrating mainly in the buccal region, while tensile stresses were more evident in the palatal substrate (≈ 39.19 – 43.99 MPa). In the DME restoration, EV showed the highest frequency of nodes with tensile stress >5 MPa (387 nodes), followed by EL (65 nodes) and EP (35 nodes). In the resin cement, higher stress concentrations were observed at the cement–crown interface (up to 15.77 MPa in SEP and EP), corroborated by a higher number of nodes with stresses >4 MPa, especially in SEP (639 nodes). The presence of DME did not influence biomechanical behavior but was associated with a reduction in catastrophic failures, whereas its location had a significant effect.

Keywords: *Post and Core Technique; Fatigue Fractures; Finite Element Analysis.*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	PROPOSIÇÃO	17
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
3.1	Elevação das margens gengivais.....	18
3.1.1	Preparo cavitário para a EMG.....	19
3.1.2	Execução da técnica EMG	19
3.1.3	Cimentação final da restauração.....	23
3.1.4	EMG vs. dentes tratados endodonticamente	24
3.1.5	EMG vs. tecidos periodontais.....	25
3.1.6	EMG vs. resistência à fratura.....	26
3.1.7	EMG em dentes anteriores.....	26
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
4.1	Seleção dos dentes e secção das raízes	28
4.1.1	Tratamento endodôntico das raízes bovinas	29
4.1.2	Embutimento na base de PVC	30
4.1.3	Divisão dos grupos experimentais	31
4.1.4	Desgaste das paredes remanescentes	34
4.1.5	Elevação da margem cervical em resina composta	35
4.1.6	Confecção dos núcleos e preparos	36
4.1.7	Escaneamento dos preparos e confecção das restaurações	40
4.2	Análise por Elementos Finitos	43
4.3	Teste de fadiga cíclica.....	45
4.4	Teste de microinfiltração	46
5	RESULTADOS	52
5.1	Análise por Elementos Finitos (Tensão Máxima Principal)	52
5.2	Ensaio de vida acelerado stepwise-stress	59
5.2.1	Avaliação através do Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV)	63
5.3	Teste de microinfiltração	65
5.4	Análise por Elementos Finitos (Tensão Máxima de Cisalhamento)...	69
6	DISCUSSÃO	72

7	CONCLUSÃO.....	78
	REFERÊNCIAS.....	79

1 INTRODUÇÃO

Dentes com grande perda da estrutura dental representam um desafio clínico para sua reabilitação (Jung et al., 2007), especialmente quando necessitam de tratamento endodôntico e de um núcleo de preenchimento para retenção da coroa protética (Sokol, 1984). A perda de estrutura dentária, resultante de fraturas, cáries extensas, procedimentos endodônticos e restaurações prévias, torna os dentes tratados endodonticamente mais suscetíveis à fratura quando comparados aos dentes vitais (Dietschi et al., 2008; Reeh et al., 1989; Santos Pantaleón et al., 2018). Nesse contexto, a avaliação da estrutura dentária remanescente é crucial, sendo o fator determinante para a escolha da abordagem reabilitadora, particularmente em dentes anteriores (Abduljawad et al., 2015, 2016; Heydecke et al., 2001; Signore et al., 2009; Valdivia et al., 2012). Quando o dente apresenta férula, a tensão da estrutura dentária pode ser reduzida, aumentando a integridade do cimento de vedação e também reduzindo a tensão entre o cimento e o pino e núcleo (Sorensen, Engelman, 1990), aumentando a estabilidade biomecânica do conjunto restaurador, melhorando a resistência à fratura e favorecendo a ocorrência de padrões de falha mais reparáveis (Santos Pantaleón et al., 2018). A literatura é clara ao indicar que quanto maior a extensão da férula, maior tende a ser a resistência à fratura do dente restaurado (Pereira et al., 2006), e sua ausência está associada a uma maior incidência de falhas catastróficas (Magne et al., 2017).

Contudo, na prática clínica, a extensão da destruição coronária frequentemente impossibilita a obtenção de uma férula que apresente 2 mm de altura. As soluções tradicionais para restabelecê-la, como a extrusão ortodôntica ou a cirurgia de aumento de coroa clínica, são invasivas e apresentam limitações significativas, como o comprometimento do suporte periodontal, o impacto estético negativo e o aumento do tempo e do custo do tratamento (Santos Pantaleón et al., 2018). Além disso, a presença de margens subgengivais dificulta o isolamento absoluto e compromete a qualidade dos procedimentos operatórios essenciais, como o

acabamento do preparo e a cimentação adesiva, elevando a probabilidade de falha da reabilitação (Kielbassa, Philipp, 2015).

Diante das limitações das abordagens tradicionais e da necessidade de otimizar o ambiente de trabalho para a adesão, a técnica de “Elevação da Margem Gengival” (EMG), ou Deep Margin Elevation (DME), originalmente descrita como Cervical Margin Relocation em 1998 por Didier Dietschi e Roberto Spreafico (Dietschi, Spreafico, 1998; Magne, Spreafico, 2012) e posteriormente popularizada como “Deep Margin Elevation” por Magne e Spreafico em 2012 (Magne, Spreafico, 2012), consiste na aplicação estratégica de uma base de resina composta através da adaptação de uma matriz metálica que permite o selamento da base da cavidade, para criar uma nova margem restauradora. A EMG se estabelece como uma estratégia minimamente invasiva e biomecanicamente orientada, cujo princípio é relocar a margem da restauração de uma posição subgengival para uma posição supragengival. Este procedimento é realizado com o objetivo primário de criar uma margem cervical acessível e de alta qualidade para a cimentação da restauração final, otimizando as condições para a adesão e a longevidade do tratamento (Dietschi, Spreafico, 2015; Kielbassa, Philipp, 2015; Magne, Spreafico, 2012).

A relocação da margem para uma área supragengival permite o controle da umidade e do campo operatório, facilitando o isolamento absoluto, o que é crucial, visto que a adesão em dentina profunda é notoriamente mais desafiadora (Kielbassa, Philipp, 2015). Além disso, um estudo realizado por Chen et al., indicou através de uma Análise por Elementos Finitos (FEA) que as tensões máximas no material e as tensões de tração interfacial associadas à camada de DME permanecem abaixo do limite de falha, independentemente de sua espessura, sugerindo que a técnica não compromete mecanicamente a restauração (Chen et al., 2021). Corroborando esses achados, Grassi et al. demonstram que a presença da elevação da margem não afeta negativamente o comportamento sob fadiga da restauração e do dente (Grassi et al., 2021).

Em relação à compatibilidade periodontal, evidências histológicas e clínicas reforçam a viabilidade da DME, indicando que a técnica é compatível com a saúde gengival, uma vez que restaurações subgengivais não promovem a inflamação tecidual, desde que o espaço biológico não seja infringido e a restauração receba o adequado acabamento e polimento (Bertoldi et al., 2020; Santamaria et al., 2016). Por ser um procedimento aditivo e não subtrativo, a EMG preserva o máximo de estrutura dentária e o suporte periodontal, alinhando-se aos princípios da odontologia minimamente invasiva (Magne, Douglas, 1999; Magne, Spreafico, 2012).

Apesar das evidências científicas que validam a EMG em dentes posteriores (Samartzi et al., 2022), nos quais predominam cargas axiais, seu comportamento biomecânico em dentes anteriores, submetidos a um regime de forças oblíquas, permanece incerto. Esta distinção biomecânica é a lacuna crítica que o presente estudo visa preencher. Em dentes anteriores, a coroa dentária atua como um braço de alavanca (*cantilever beam*), e a aplicação de cargas oblíquas, aproximadamente a 45° em relação ao longo eixo do dente, gera elevados momentos de flexão e concentrações de tensão, particularmente na região cervical e no periodonto de suporte (Beer et al., 2020; Kasem et al., 2023). Além disso, a anisotropia estrutural do esmalte favorece a dissipação das cargas oclusais, minimizando tensões de tração e compressão potencialmente associadas à fratura do esmalte, principalmente na região cervical (Rees, Jacobsen, 1995; Spears et al., 1993; Yilmaz et al., 2025). Dentes restaurados com margens cervicais localizadas em dentina apresentam uma menor resistência à fratura quando comparados àqueles com margens em esmalte (Chun et al., 2010). Portanto, a EMG em dentes anteriores, ao substituir a estrutura dentária cervical por resina composta, pode atuar tanto como um elemento de otimização da interface adesiva quanto como um possível ponto de fragilidade sob o estresse das cargas de flexão.

Um acompanhamento clínico de 6 anos de um caso com elevação da margem gengival em resina composta em um incisivo central anterior apresentou resultado estético e funcional satisfatórios, além de estabilidade dos tecidos periodontais, bem como ausência de inflamação gengival, demonstrando ser uma excelente opção de

tratamento em casos de traumas em pacientes jovens (Grassi, Gresnigt, 2025). No entanto, a localização da EMG pode influenciar no comportamento biomecânico da restauração e do dente. Diante da necessidade de evidências científicas que suportem a aplicação clínica da EMG em um cenário biomecânico distinto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da localização da Elevação das Margens Gengivais em resina composta na distribuição de tensões, no comportamento em fadiga e na microinfiltração de dentes anteriores tratados endodonticamente, sem férula, restaurados com pino de fibra de vidro e coroa total de dissilicato de lítio.

REFERÊNCIAS

- Abduljawad M, Samran A, Kadour J, Al-Afandi M, Ghazal M, Kern M. Effect of fiber posts on the fracture resistance of endodontically treated anterior teeth with cervical cavities: An in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2016;116(1):80–4. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.12.011.
- Abduljawad M, Samran A, Kadour J, Karzoun W, Kern M. Effect of fiber posts on the fracture resistance of maxillary central incisors with Class III restorations: An in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2017;118(1):55–60. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.09.013.
- Aggarwal V, Singla M, Yadav S, Yadav H. Effect of flowable composite liner and glass ionomer liner on class II gingival marginal adaptation of direct composite restorations with different bonding strategies. *J Dent*. 2014;42(5):619–25. doi: 10.1016/j.jdent.2014.02.016.
- Aldakheel M, Aldosary K, Alnafissah S, Alaamer R, Alqahtani A, Almuhtab N. Deep margin elevation: current concepts and clinical considerations: a review. *Medicina (Kaunas)*. 2022;58(10):1482. doi: 10.3390/medicina58101482.
- Ali S, Moukarab D. Effect of deep marginal elevation on marginal adaptation and fracture resistance in endodontically treated teeth restored with endocrowns constructed by two different CAD/CAM ceramics: an in-vitro study. *Egypt Dent J*. 2020;66(1):541–56. doi: 10.21608/edj.2020.79129.
- Aljanakh M. Deep margin elevation with one-year follow-up: A case report. *Clin Case Rep*. 2024;12(9):e9453. doi: 10.1002/ccr3.9453.
- Altaki D, Ahmed FAM, Foad A, Morsi TSE. Impact of deep margin elevation on premolar endo-crown's fracture resistance after thermocycling: an in vitro study. *Saudi Dent J*. 2025;37(4–6):22. doi: 10.1007/s44445-025-00025-y.
- Arola D, Huang CY, Zheng W, Chen J, Shortall A, Misra A. Fatigue life prediction of dentin-adhesive interface using micromechanical stress analysis. *Dent Mater*. 2011;27(8):791-800. doi: 10.1016/j.dental.2011.05.004.
- Bakeman EM, Rego N, Chaiyabutr Y, Kois JC. Influence of Ceramic Thickness and Ceramic Materials on Fracture Resistance of Posterior Partial Coverage Restorations. *Oper Dent*. 2015;40(2):211–7. doi: 10.2341/12-459-L.
- Beer FP, Johnston ER Jr, DeWolf JT, Mazurek DF. *Mechanics of materials*. 8th ed. New York: McGraw-Hill Education; 2015.
- Bertoldi C, Monari E, Cortellini P, Generali L, Lucchi A, Spinato S, et al. Clinical and histological reaction of periodontal tissues to subgingival resin composite restorations. *Clin Oral Investig*. 2020;24(2):1001–11. doi: 10.1007/s00784-019-02998-7.

Blatz MB, Eggmann F. Deep margin elevation: next-level adhesive dentistry to avoid surgical crown lengthening. *Compend Contin Educ Dent*. 2023;44(9):530-531. PMID:37850958.

Braga RR, Hilton TJ, Ferracane JL. Contraction stress of flowable composite materials and their efficacy as stress-relieving layers. *Journal of the American Dental Association*. 2003;134(6):721–8. doi: 10.14219/jada.archive.2003.0258.

Brasil Maia G, Pereira RV, Poubel DL do N, Almeida JCF, Dias Ribeiro AP, Rezende LVM de L, et al. Reattachment of fractured teeth using a multimode adhesive: Effect of different rewetting solutions and immersion time. *Dent Traumatol*. 2020;36(1):51–7. doi: 10.1111/edt.12506.

Bresser RA, Carvalho MA, Naves LZ, Melma H, Cune MS, Gresnigt MMM. Biomechanical behavior of molars restored with direct and indirect restorations in combination with deep margin elevation. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2024;152:106459. doi: 10.1016/j.jmbbm.2024.106459.

Bresser RA, Gerdolle D, van den Heijkant IA, Sluiter-Pouwels LMA, Cune MS, Gresnigt MMM. Up to 12 years clinical evaluation of 197 partial indirect restorations with deep margin elevation in the posterior region. *J Dent*. 2019;91(0):21–7. doi: 10.1016/j.jdent.2019.103227.

Bresser RA, Naves LZ, van der Made SAM, Cune MS, Gresnigt MMM. Deep margin elevation: a case report study. *Int J Esthet Dent*. 2023;18(2):142-160. PMID:37166769.

Bresser RA, van de Geer L, Gerdolle D, Schepke U, Cune MS, Gresnigt MMM. Influence of Deep Margin Elevation and preparation design on the fracture strength of indirectly restored molars. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2020;110(June):103950. doi: 10.1016/j.jmbbm.2020.103950.

Caixeta RV, Guiraldo RD, Kaneshima EN, Barbosa AS, Piccolotto CP, Lima AEDS, et al. Push-out bond strength of restorations with bulk-fill, flow, and conventional resin composites. *Scientific World Journal*. 2015;2015(0):11–3. doi: 10.1155/2015/452976.

Campos RE, Soares P V., Versluis A, De O. OB, Ambrosano GMB, Nunes IF. Crown fracture: Failure load, stress distribution, and fractographic analysis. *J Prosthet Dent*. 2015;114(3):447–55. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.02.023.

Castro CG, Santana FR, Roscoe MG, Simamoto PC, Santos-Filho PCF, Soares CJ. Fracture resistance and mode of failure of various types of root filled teeth. *Int Endod J*. 2012;45(9):840–7. doi: 10.1111/j.1365-2591.2012.02041.x.

Chen Y-C, Lin C-L, Hou C-H. Investigating inlay designs of class II cavity with deep margin elevation using finite element method. *BMC Oral Health*. 2021;21(1):264. doi: 10.1186/s12903-021-01630-z.

Chirca O, Biclesanu C, Florescu A, Stoia DI, Pangica AM, Burcea A, et al. Adhesive-Ceramic Interface Behavior in Dental Restorations. FEM Study and SEM Investigation. *Materials* (Basel). 2021;14(17). doi: 10.3390/ma14175048.

Choi YS, Cho IH. An effect of immediate dentin sealing on the shear bond strength of resin cement to porcelain restoration. *Journal of Advanced Prosthodontics*. 2010;2(2):39–45. doi: 10.4047/jap.2010.2.2.39.

Chuang S-F, Jin Y-T, Liu J-K, Chang C-H, Shieh D-B. Influence of flowable composite lining thickness on Class II composite restorations. *Oper Dent*. 2004;29(3):301–8. PMID: 15195731.

Chuang SF, Liu JK, Chao CC, Liao FP, Chen YH. Effects of flowable composite lining and operator experience on microleakage and internal voids in class II composite restorations. *J Prosthet Dent*. 2001;85(2):177–83. doi: 10.1067/mpr.2001.113780.

Chun EP, de Andrade GS, Grassi EDA, Garaicoa J, Garaicoa-Pazmino C. Impact of Deep Margin Elevation Procedures Upon Periodontal Parameters: A Systematic Review. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2023;31(1):10–21. doi: 10.1922/EJPRD_2350Chun12.

Chun Y-HP, Raffelt C, Pfeiffer H, Bizhang M, Saul G, Blunck U, et al. Restoring strength of incisors with veneers and full ceramic crowns. *J Adhes Dent*. 2010;12(1):45–54. doi: 10.3290/j.jad.a17533.

Cruzado-Oliva FH, Alarco-La Rosa LF, Vega-Anticona A, Arbildo-Vega HI. Biomechanics of anterior endocrowns with different designs and depths: study of finite elements. *J Clin Exp Dent*. 2023;15(12):e1016-e1021. doi:10.4317/jced.60889.

da Fonseca GF, De Andrade GS, De Oliveira Dal Piva AM, Tribst JPM, Borges ALS. Computer-aided design finite element modeling of different approaches to rehabilitate endodontically treated teeth. *Journal of Indian Prosthodontist Society*. 2018;18(4):329–35. doi: 10.4103/jips.jips_168_18.

Da Silva Gonçalves D, Cura M, Ceballos L, Fuentes MV. Influence of proximal box elevation on bond strength of composite inlays. *Clin Oral Investig*. 2017;21(1):247–54. doi: 10.1007/s00784-016-1782-7.

Dablanca-Blanco AB, Blanco-Carrión J, Martín-Biedma B, Varela-Patiño P, Bello-Castro A, Castelo-Baz P. Management of large class II lesions in molars: how to restore and when to perform surgical crown lengthening? *Restor Dent Endod*. 2017;42(3):240–52. doi: 10.5395/rde.2017.42.3.240.

de Andrade GS, Tribst JPM, Orozco EIF, Augusto MG, Bottino MA, Borges ALS, Anami LC, Saavedra GDSFA. Influence of different post-endodontic restorations on the fatigue survival and biomechanical behavior of central incisors. *Am J Dent*. 2020;33(5):227-234. PMID:33017523.

de Carvalho MA, Lazari-Carvalho PC, Polonial IF, de Souza JB, Magne P. Significance of immediate dentin sealing and flowable resin coating reinforcement for unfilled/lightly filled adhesive systems. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2021;33(1):88–98. doi: 10.1111/jerd.12700.

de Castro Kruly P, Giannini M, Pascotto RC, Tokubo LM, Suga USG, De Castro Ruiz Marques A, et al. Meta-analysis of the clinical behavior of posterior direct resin restorations: Low polymerization shrinkage resin in comparison to methacrylate composite resin. *PLoS One*. 2018;13(2):1–18. doi: 10.1371/journal.pone.0191942.

Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence Int*. 2008;39(2):117–29. PMID: 18560650.

Dietschi D, Spreafico R. Current clinical concepts for adhesive cementation of tooth-colored posterior restorations. *Pract Periodontics Aesthet Dent*. 1998;10(1):47–54; quiz 56. PMID: 9582662.

Dietschi D, Spreafico R. Evidence-based concepts and procedures for bonded inlays and onlays. Part I. Historical perspectives and clinical rationale for a biosubstitutive approach. *Int J Esthet Dent*. 2015;10(2):210–27. PMID: 25874270.

Dietschi D, Spreafico R. Evidence-based concepts and procedures for bonded inlays and onlays. Part III. A case series with long-term clinical results and follow-up. *Int J Esthet Dent*. 2019;14(2):118–33. PMID: 31061993.

do Nascimento Santos JV, da Silva SEG, Lins RDAU, Junior FLS, Özcan M, de Assunção e Souza RO, et al. Deep Margin Elevation and Its Influence on Periodontal Health and the Longevity of Indirect Restorations-A Scoping Review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2025; doi: 10.1111/jerd.13510.

Eggmann F, Ayub JM, Conejo J, Blatz MB. Deep margin elevation-Present status and future directions. *J Esthet Restor Dent*. 2023b;35(1):26–47. doi: 10.1111/jerd.13008.

Eggmann F, Ayub JM, Conejo J, Blatz MB. Deep margin elevation—Present status and future directions. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2023a;35(1):26–47. doi: 10.1111/jerd.13008.

El-Ma'aita AM, Radwan H, Al-Rabab'ah MA. Deep Margin Elevation - A Retrospective Clinical Study. *J Adhes Dent*. 2024;26:117–24. doi: 10.3290/j.jad.b5199089.

Fehrenbach J, Soares JS, Foly JCSN, Miotti LL, Münchow EA. Mechanical performance of endocrown restorations in anterior teeth: a systematic review and

network meta-analysis. *Dent Mater*. 2025;41(1):28-41. doi: 10.1016/j.dental.2024.10.012.

Felemban MF, Khattak O, Alsharari T, Alzahrani AH, Ganji KK, Iqbal A. Relationship between Deep Marginal Elevation and Periodontal Parameters: A Systematic Review. *Medicina (Kaunas)*. 2023;59(11). doi: 10.3390/medicina59111948.

Ferrari M, Koken S, Grandini S, Ferrari Cagidiaco E, Joda T, Discepoli N. Influence of cervical margin relocation (CMR) on periodontal health: 12-month results of a controlled trial. *J Dent*. 2018; 69:70–6. doi: 10.1016/j.jdent.2017.10.008.

Fráter M, Sárý T, Braunitzer G, Balázs Szabó P, Lassila L, Vallittu PK, et al. Fatigue failure of anterior teeth without ferrule restored with individualized fiber-reinforced post-core foundations. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2021;118:104440. doi: 10.1016/j.jmbbm.2021.104440.

Goldberg J, Güth JF, Magne P. Accelerated fatigue resistance of thick CAD/CAM composite resin overlays bonded with light- and dual-polymerizing luting resins. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2016;18(4):341–8. doi: 10.3290/j.jad.a36515.

Grassi EDA, de Andrade GS, Tribst JPM, Machry RV, Valandro LF, Ramos N de C, et al. Fatigue behavior and stress distribution of molars restored with MOD inlays with and without deep margin elevation. *Clin Oral Investig*. 2021; 26(3):2513-2526. doi: 10.1007/s00784-021-04219-6.

Grassi EDA, Gresnigt MMM. Deep margin elevation in anterior teeth: A clinical report. *J Prosthet Dent*. 2025; 134(1):11–16. doi: 10.1016/j.prosdent.2025.02.027.

Gresnigt MMM, Braeckmans A, Van Der Made SAM, Zago L, Gresnigt M. Partial anterior indirect restorations in cases with dentin exposure. 2021. 16(4):554-569. PMID: 34694079

Gresnigt MMM, Cune MS, De Roos JG, Özcan M. Effect of immediate and delayed dentin sealing on the fracture strength, failure type and Weibull characteristics of lithiumdisilicate laminate veneers. *Dental Materials*. 2016;32(4):e73–81. doi: 10.1016/j.dental.2016.01.001.

Gresnigt MMM, Cune MS, Schuitemaker J, van der Made SAM, Meisberger EW, Magne P, et al. Performance of ceramic laminate veneers with immediate dentine sealing: An 11 year prospective clinical trial. *Dental Materials*. 2019; 35(7):1042–52. doi: 10.1016/j.dental.2019.04.008.

Gresnigt MMM, Kalk W, Özcan M. Clinical longevity of ceramic laminate veneers bonded to teeth with and without existing composite restorations up to 40 months. *Clin Oral Investig*. 2013;17(3):823–32. doi: 10.1007/s00784-012-0790-5.

Gresnigt MMM, Kalk W, Özcan M. Clinical longevity of ceramic laminate veneers bonded to teeth with and without existing composite restorations up to 40 months. *Clin Oral Investig*. 2013a;17(3):823–32. doi: 10.1007/s00784-012-0790-5.

Gresnigt MMM, Kalk W, Özcan M. Clinical longevity of ceramic laminate veneers bonded to teeth with and without existing composite restorations up to 40 months. *Clin Oral Investig*. 2013b;17(3):823–32. doi: 10.1007/s00784-012-0790-5.

Gurbuz T, Sengul F, Altun C. Finite element stress analysis of short-post core and over restorations prepared with different restorative materials. *Dental Materials Journal*. 2008;27(4):499–507. doi: 10.4012/dmj.27.499.

Heydecke G, Butz F, Strub JR. Fracture strength and survival rate of endodontically treated maxillary incisors with approximal cavities after restoration with different post and core systems: an in-vitro study. *J Dent*. 2001;29(6):427–33. doi: 10.1016/S0300-5712(01)00038-0.

Holmes DC, Diaz-Arnold AM, Leary JM. Influence of post dimension on stress distribution in dentin. *J Prosthet Dent*. 1996;75(2):140–7. doi: 10.1016/s0022-3913(96)90090-6.

Inokoshi S, Shimada Y, Fujitani M, Otsuki M, Shono T, Onoe N, Morigami M, Takatsu T. Monkey pulpal response to adhesively luted indirect resin composite inlays. *Oper Dent*. 1995;20(3):111-118. PMID: 7479188.

Isufi A, Plotino G, Grande NM, Ioppolo P, Testarelli L, Bedini R, et al. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with a bulkfill flowable material and a resin composite. *Ann Stomatol (Roma)*. 2016;7(1–2):4–10. doi: 10.11138/ads/2016.7.1.004.

Juloski J, Köken S, Ferrari M. Cervical margin relocation in indirect adhesive restorations: A literature review. *J Prosthodont Res*. 2018;62(3):273–80. doi: 10.1016/j.jpor.2017.09.005.

Jung RE, Kalkstein O, Sailer I, Roos M, Hämmerle CHF. A comparison of composite post buildups and cast gold post-and-core buildups for the restoration of nonvital teeth after 5 to 10 years. *Int J Prosthodont*. 2007;20(1):63–9. PMID: 17319366.

Kaneshima T, Yatani H, Kasai T, Watanabe EK, Yamashita A. The influence of blood contamination on bond strengths between dentin and an adhesive resin cement. *Oper Dent*. 2000;25(3):195–201. PMID: 11203816.

Kasem AT, Elsherbiny AA, Abo-Madina M, Tribst JPM, Al-Zordk W. Biomechanical behavior of posterior metal-free cantilever fixed dental prostheses: effect of material and retainer design. *Clin Oral Investig*. 2023;27(5):2109–23. doi: 10.1007/s00784-022-04813-2.

Kelly JR, Cesar PF, Scherrer SS, Della Bona A, Van Noort R, Tholey M, Vichi A, Lohbauer U. ADM guidance-ceramics: fatigue principles and testing. *Dental Materials*. 2017;33(11):1192-1204. doi: 10.1016/j.dental.2017.09.006.

Kielbassa AM, Philipp F. Restoring proximal cavities of molars using the proximal box

elevation technique: Systematic review and report of a case. *Quintessence Int.* 2015;46(9):751–64. doi: 10.3290/j.qi.a34459.

Köken S, Ferrari M, Juloski J, Grandini S, Sorrentino R. Marginal sealing of relocated cervical margins of mesio-occluso-distal overlays. *J Oral Sci.* 2018;60(3):460–8. doi: 10.2334/josnusd.17-0331.

Köken S, Juloski J, Ferrari M. Influence of cervical margin relocation and adhesive system on microleakage of indirect composite restorations. *Journal of Osseointegration.* 2019;11(1):21–8. doi: 10.23805/JO.2019.11.01.04.

Liang M, Li Z, Li Y, Chen Q, Meng X. Biomechanical impact of labiolingual diameter on endodontically treated anterior teeth with crown restoration under occlusal loading. *J Appl Oral Sci.* 2024;32:e20230439. doi:10.1590/1678-7757-2023-0439.

Liechti L, Hildebrand H, Zitzmann NU, Blatz MB, Weiger R, Krastl G, et al. Deep margin elevation in permanent incisors with crown-root fractures: A laboratory study. *Clin Oral Investig.* 2026;30(4). doi: 10.1007/s00784-026-06810-1.

Liu B, Lu C, Wu Y, Zhang X, Arola D, Zhang D. The effects of adhesive type and thickness on stress distribution in molars restored with all-ceramic crowns. *J Prosthodont.* 2011;20(1):35–44. doi: 10.1111/j.1532-849X.2010.00650.x.

Magne P, Carvalho AO, Bruzi G, Giannini M. Fatigue resistance of ultrathin CAD/CAM complete crowns with a simplified cementation process. *Journal of Prosthetic Dentistry.* 2015;114(4):574–9. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.04.014.

Magne P, Spreafico RC. Deep Margin Elevation: a paradigm shift. *Am J Esthet Dent.* 2012;2(2):86–96. doi: 10.1038/s41378-025-01097-w.

Magne P. Immediate Dentin Sealing: A Fundamental Procedure for Indirect Bonded Restorations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry.* 2005;17(3):144–54. doi: 10.1111/j.1708-8240.2005.tb00103.x.

Magne P. M-i-M for DME: matrix-in-a-matrix technique for deep margin elevation. 2023; 130(4):434-438. doi: 10.1016/j.prosdent.2021.11.021.

Magne P, Douglas WH. Rationalization of Esthetic Restorative Dentistry Based on Biomimetics. *J Esthet Dent.* 1999;11(1):5–15. doi: 10.1111/j.1708-8240.1999.tb00371.x.

Magne P, Lazari P, Carvalho M, Johnson T, Del Bel Cury A. Ferrule-Effect Dominates Over Use of a Fiber Post When Restoring Endodontically Treated Incisors: An In Vitro Study. *Oper Dent.* 2017;42(4):396–406. doi: 10.2341/16-243-L.

MahmoudiYamchi F, Abbasi M, Atri F, Ahmadi E. Influence of Deep Margin Elevation Technique with two Restorative Materials on Stress Distribution of e.max Endocrown Restorations: A Finite Element Analysis. *Int J Dent.* 2024;2024:6753069. doi: 10.1155/ijod/6753069.

Malmström HS, Schlueter M, Roach T, Moss ME. Effect of thickness of flowable resins on marginal leakage in class II composite restorations. *Oper Dent*. 2002;27(4):373–80. PMID: 12120775

Misra A, Spencer P, Marangos O, Wang Y, Katz JL. Micromechanical analysis of dentin/adhesive interface by the finite element method. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2004;70B(1):56-65. doi: 10.1002/jbm.b.30012.

Mokeem LS, Garcia IM, Melo MA. Degradation and failure phenomena at the dentin bonding interface. *Biomedicines*. 2023;11(5):1256. doi: 10.3390/biomedicines11051256.

Momoi Y, Iwase H, Nakano Y, Kohno A, Asanuma A, Yanagisawa K. Gradual increases in marginal leakage of resin composite restorations with thermal stress. *J Dent Res*. 1990;69(10):1659–63. doi: 10.1177/00220345900690100601.

Mugri MH, Sayed ME, Nedumgottil BM, Bhandi S, Raj AT, Testarelli L, et al. Treatment Prognosis of Restored Teeth with Crown Lengthening vs. Deep Margin Elevation: A Systematic Review. *Materials (Basel)*. 2021;14(21). doi: 10.3390/ma14216733.

Muscholl C, Zamorska N, Schoilew K, Sekundo C, Meller C, Büsch C, et al. Retrospective Clinical Evaluation of Subgingival Composite Resin Restorations with Deep-Margin Elevation. *J Adhes Dent*. 2022;24:335–44. doi: 10.3290/j.jad.b3240665.

Müller V, Friedl KH, Friedl K, Hahnel S, Handel G, Lang R. Influence of proximal box elevation technique on marginal integrity of adhesively luted Cerec inlays. *Clin Oral Investig*. 2017a;21(2):607–12. doi: 10.1007/s00784-016-1927-8.

Müller V, Friedl KH, Friedl K, Hahnel S, Handel G, Lang R. Influence of proximal box elevation technique on marginal integrity of adhesively luted Cerec inlays. *Clin Oral Investig*. 2017b;21(2):607–12. doi: 10.1007/s00784-016-1927-8.

Mutlu ŞN, Sevgen D, Mohammadi R. Effect of deep margin elevation and cavity configuration on the mechanical behavior of endocrown restorations: a 3D finite element study. *BMC Oral Health*. 2026;26(1):48. doi: 10.1186/s12903-025-07604-9.

Naumann M, Blankenstein F, Kiessling S, Dietrich T. Risk factors for failure of glass fiber-reinforced composite post restorations: a prospective observational clinical study. *Eur J Oral Sci*. 2005;113(6):519–24. doi: 10.1111/j.1600-0722.2005.00257.x.

Neto MA, Roseiro L, Messias A, Falacho RI, Palma PJ, Amaro AM. Influence of Cavity Geometry on the Fracture Strength of Dental Restorations: Finite Element Study. *Applied Sciences*. 2021;11(9):4218. doi: 10.3390/app11094218.

Nie J, Wang XY, Gao XJ. [Micro-CT observations of the adaptation at gingival wall in Class II restorations with different dental restorative materials]. *Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban = Journal of Peking University Health Sciences*. 2015;47(2):317–20. PMID: 25882952.

Oliveira LCA, Duarte S, Araujo CA, Abrahão A. Effect of low-elastic modulus liner and base as stress-absorbing layer in composite resin restorations. *Dental Materials*. 2010;26(3):159–69. doi: 10.1016/j.dental.2009.11.076.

Palka K, Bieniaś J, Dębski H, Niewczas A. Finite element analysis of thermo-mechanical loaded teeth. *Comput Mater Sci*. 2012;64(0):289–94. doi: 10.1016/j.commatsci.2012.05.037.

Pardo Díaz CA, Shimokawa C, Sampaio CS, Freitas AZ, Turbino ML. Characterization and Comparative Analysis of Voids in Class II Composite Resin Restorations by Optical Coherence Tomography. *Oper Dent*. 2020;45(1):71–9. doi: 10.2341/18-290-L.

Park J, Lee KC. The influence of salivary contamination on shear bond strength of dentin adhesive systems. *Oper Dent*. 2004;29(4):437–42. PMID: 15279484.

Pereira JR, de Ornelas F, Rodrigues Conti PC, Lins do Valle A. Effect of a crown ferrule on the fracture resistance of endodontically treated teeth restored with prefabricated posts. *J Prosthet Dent*. 2006;95(1):50–4. doi: 10.1016/j.prosdent.2005.10.019.

Peumans M, Politano G, Van Meerbeek B. Effective Protocol for Daily High-quality Direct Posterior Composite Restorations. Cavity Preparation and Design. *J Adhes Dent*. 2020b;22(6):581–96. doi: 10.3290/j.jad.a45515.

Peumans M, Venuti P, Politano G, Van Meerbeek B. Effective Protocol for Daily High-quality Direct Posterior Composite Restorations. The Interdental Anatomy of the Class-2 Composite Restoration. *J Adhes Dent*. 2021;23(1):21–34. doi: 10.3290/j.jad.b916819.

Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod*. 1989;15(11):512–6. doi: 10.1016/S0099-2399(89)80191-8.

Rees JS, Jacobsen PH. Modelling the effects of enamel anisotropy with the finite element method. *J Oral Rehabil*. 1995;22(6):451–4. doi: 10.1111/j.1365-2842.1995.tb00800.x.

Regalo SCH, Santos CM, Vitti M, Regalo CA, Vasconcelos PB, Mestriner Junior W, Semprini M, Siéssere S. Evaluation of molar and incisor bite force in indigenous compared with white population in Brazil. *Archives of Oral Biology*. 2008;53(3):282–286. doi: 10.1016/j.archoralbio.2007.10.003.

Roggendorf MJ, Krämer N, Dippold C, Vosen VE, Naumann M, Jablonski-Momeni A, et al. Effect of proximal box elevation with resin composite on marginal quality of resin composite inlays in vitro. *J Dent*. 2012;40(12):1068–73. doi: 10.1016/j.jdent.2012.08.019.

Rosa de Lacerda L, Bossardi M, Silveira Mitterhofer WJ, Galbiatti de Carvalho F, Carlo HL, Piva E, et al. New generation bulk-fill resin composites: Effects on mechanical strength and fracture reliability. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2019;96(0):214–8. doi: 10.1016/j.jmbbm.2019.04.046.

Roshdy BN, Eltoukhy RI, Ali AI, Mahmoud SH. Effect of Cervical Margin Relocation With Different Injectable Restorative Materials on Fracture Resistance of Molars Received MOD CAD/CAM Onlay Restorations. *J Esthet Restor Dent*. 2025;37(6):1522–9. doi: 10.1111/jerd.13414.

Salah Z, Sleibi A. Effect of deep margin elevation on fracture resistance of premolars restored with ceramic onlay: In vitro comparative study. *J Clin Exp Dent*. 2023;15(6):e446–53. doi: 10.4317/jced.60384.

Samartzi TK, Papalexopoulos D, Ntovas P, Rahiotis C, Blatz MB. Deep Margin Elevation: A Literature Review. *Dent J (Basel)*. 2022;10(3). doi: 10.3390/dj10030048.

Sandoval MJ, Rocca GT, Krejci I, Mandikos M, Dietschi D. In vitro evaluation of marginal and internal adaptation of class II CAD/CAM ceramic restorations with different resinous bases and interface treatments. *Clin Oral Investig*. 2015;19(9):2167–77. doi: 10.1007/s00784-015-1449-9.

Santamaria MP, Queiroz LA, Mathias IF, Neves FLDS, Silveira CA, Bresciani E, et al. Resin composite plus connective tissue graft to treat single maxillary gingival recession associated with non-carious cervical lesion: Randomized clinical trial. *J Clin Periodontol*. 2016;43(5):461–8. doi: 10.1111/jcpe.12524.

Santos JV do N, Almeida HN, Diniz LBN, Nogueira M de A, Junior JFS, Özcan M, et al. Effectiveness of dentin cleaning using air abrasion with aluminum oxide particles on the bond strength of resin-based cements: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2025;161:105950. doi: 10.1016/j.jdent.2025.105950.

Santos Pantaleón D, Morrow BR, Cagna DR, Pameijer CH, Garcia-Godoy F. Influence of remaining coronal tooth structure on fracture resistance and failure mode of restored endodontically treated maxillary incisors. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2018;119(3):390–6. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.05.007.

Sarfati A, Tirlet G. Deep margin elevation versus crown lengthening: biologic width revisited. *Int J Esthet Dent*. 2018;13(3):334–56. PMID: 30073217.

Schmidt JC, Sahrman P, Weiger R, Schmidlin PR, Walter C. Biologic width dimensions - A systematic review. *J Clin Periodontol*. 2013;40(5):493–504. doi: 10.1111/jcpe.12078.

Signore A, Benedicenti S, Kaitsas V, Barone M, Angiero F, Ravera G. Long-term survival of endodontically treated, maxillary anterior teeth restored with either tapered or parallel-sided glass-fiber posts and full-ceramic crown coverage. *J Dent*. 2009;37(2):115–21. doi: 10.1016/j.jdent.2008.10.007.

Da Silva D, Ceballos L, Fuentes M-V. Influence of the adhesive strategy in the sealing ability of resin composite inlays after deep margin elevation. *J Clin Exp Dent*. 2021;13(9):e886–93. doi: 10.4317/jced.58689.

Soares LM, Razaghy M, Magne P. Optimization of large MOD restorations: Composite resin inlays vs. short fiber-reinforced direct restorations. *Dent Mater*. 2018;34(4):587–97. doi: 10.1016/j.dental.2018.01.004.

Soares CJ, Rodrigues MP, Faria-E-Silva AL, Santos-Filho PCF, Veríssimo C, Kim HC, Versluis A. How biomechanics can affect the endodontically treated teeth and their restorative procedures? *Braz Oral Res*. 2018;32(suppl 1):e76. doi: 10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0076.

Sokol DJ. Effective use of current core and post concepts. *J Prosthet Dent*. 1984;52(2):231–4. doi: 10.1016/0022-3913(84)90101-X.

Sorensen JA, Engelman MJ. Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent*. 1990;63(5):529–36. doi: 10.1016/0022-3913(90)90070-S.

Spears IR, van Noort R, Crompton RH, Cardew GE, Howard IC. The effects of enamel anisotropy on the distribution of stress in a tooth. *J Dent Res*. 1993;72(11):1526–31. doi: 10.1177/00220345930720111101.

Spreafico R, Marchesi G, Turco G, Frassetto A, Di Lenarda R, Mazzoni A, et al. Evaluation of the In Vitro Effects of Cervical Marginal Relocation Using Composite Resins on the Marginal Quality of CAD/CAM Crowns. *J Adhes Dent*. 2016;18(4):355–62. doi: 10.3290/j.jad.a36514.

Tachibana A, Castanho, Gisela Muassab Vieira SN, Matos AB. Influence of blood contamination on bond strength of a self-etching adhesive to dental tissues. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2011;13(4):349–58. doi: 10.3290/j.jad.a19665.

Tamimi S, Mostafa HI, Ali MS, Tawfik HM. Influence of deep marginal elevation on the marginal adaptation and fracture resistance of zirconia endocrowns constructed on endodontically treated premolar teeth: in vitro study. *Saudi Dent J*. 2025;37(7–9):35. doi: 10.1007/s44445-025-00044-9.

Taylor A, Burns L. Deep margin elevation in restorative dentistry: A scoping review. *J Dent*. 2024;146:105066. doi: 10.1016/j.jdent.2024.105066.

Valdivia ADCM, Raposo LHA, Simamoto-Júnior PC, Novais VR, Soares CJ. The effect of fiber post presence and restorative technique on the biomechanical behavior of endodontically treated maxillary incisors: An in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2012;108(3):147–57. doi: 10.1016/S0022-3913(12)60138-3.

van den Breemer CR, Özcan M, Pols MR, Postema AR, Cune MS, Gresnigt MM. Adhesion of resin cement to dentin: effects of adhesive promoters, immediate dentin sealing strategies, and surface conditioning. *Int J Esthet Dent*. 2019;14(1):52–63.

Versluis A, Tantbirojn D, Pintado MR, DeLong R, Douglas WH. Residual shrinkage stress distributions in molars after composite restoration. *Dental Materials*. 2004;20(6):554–64. doi: 10.1016/j.dental.2003.05.007.

Vertolli T, Martinsen B, Hanson C, Howard R, Kooistra S, Ye L. Effect of Deep Margin Elevation on CAD/CAM-Fabricated Ceramic Inlays. *Oper Dent*. 2020;000–000. doi: 10.2341/18-315-l.

Vianna ALS de V, Pereira RA da S, Neves FD das, Prado CJ do, Bicalho AA, Soares CJ. Effect of cavity preparation design and ceramic type on the stress distribution, strain and fracture resistance of CAD/CAM onlays in molars. *Journal of Applied Oral Science*. 2018;26(0):1–10. doi: 10.1590/1678-7757-2018-0004.

Wan B, Shahmoradi M, Zhang Z, Shibata Y, Sarrafpour B, Swain M, et al. Modelling of stress distribution and fracture in dental occlusal fissures. *Sci Rep*. 2019;9(1):4682. doi: 10.1038/s41598-019-41304-z.

Yilmaz A, Kabakci A, Helvacioğlu Yigit D. Impact of treatment modalities on stress distribution in maxillary incisors with varying levels of external cervical resorption: a finite element analysis. *BMC Oral Health*. 2025;25(1):1544. doi: 10.1186/s12903-025-06562-6.

Zarone F, Sorrentino R, Apicella D, Valentino B, Ferrari M, Aversa R, et al. Evaluation of the biomechanical behavior of maxillary central incisors restored by means of endocrowns compared to a natural tooth: a 3D static linear finite elements analysis. *Dent Mater*. 2006;22(11):1035–44. doi: 10.1016/j.dental.2005.11.034.

Zaruba M, Göhring TN, Wegehaupt FJ, Attin T. Influence of a proximal margin elevation technique on marginal adaptation of ceramic inlays. *Acta Odontol Scand*. 2013;71(2):317–24. doi: 10.3109/00016357.2012.680905.

Zorzin J, Maier E, Harre S, Fey T, Belli R, Lohbauer U, et al. Bulk-fill resin composites: Polymerization properties and extended light curing. *Dental Materials*. 2015;31(3):293–301. doi: 10.1016/j.dental.2014.12.010.