

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

BRUNO MENDONÇA LUCENA DE VERAS

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SELAMENTO MARGINAL
DE RESTAURAÇÕES COM RESINAS COMPOSTAS DE
BAIXA CONTRAÇÃO

RECIFE- PE

2017

BRUNO MENDONÇA LUCENA DE VERAS

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SELAMENTO MARGINAL
DE RESTAURAÇÕES COM RESINAS COMPOSTAS DE
BAIXA CONTRAÇÃO

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Odontologia área de concentração Clínica Integrada

Orientador: Prof. Dr. Carlos Menezes Aguiar

Co-Orientadora: Prof. Dra. Renata Pedrosa Guimarães

RECIFE- PE

2017

BRUNO MENDONÇA LUCENA DE VERAS

**“AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SELAMENTO MARGINAL DE
RESTAURAÇÕES COM RESINAS COMPOSTAS DE BAIXA
CONTRAÇÃO.”**

Orientador: Prof. Dr. CARLOS MENEZES AGUIAR

Data de aprovação: 31/03/2017

Banca Examinadora:

3º _____

Prof. Dr. CARLOS MENEZES AGUIAR

(Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco

2º _____

Profª. Dra. BRUNA DE CARVALHO FARIAS VAGJEL

(Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco

1º _____

Prof. Dr. CLÁUDIO HELIOMAR VICENTE DA SILVA

(Examinador Externo)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

Reitor

Prof. Dr. Anísio Brasileiro de Freitas Dourado

Vice-Reitora

Prof^a. Dr^a Florisbela de Arruda Camara e Siqueira Campos

Pro-Reitor para Assuntos de Pesquisa e Pós-Graduação

Prof. Dr. Ernani Carvalho

Diretor do Centro de Ciências da Saúde

Prof. Dr. Nicodemos Teles de Pontes Filho

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Odontologia

Prof^a. Dr^a. Alessandra Albuquerque T. Carvalho

Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Odontologia

Membros do Corpo Permanente

Prof^a. Dr^a. Alessandra Albuquerque T. Carvalho

Prof. Dr. Anderson Stevens Leônidas Gomes

Prof^a. Dr^a Andrea Cruz Câmara

Prof^a. Dr^a Andrea dos Anjos Pontual

Prof. Dr. Arnaldo de França Caldas Junior

Prof^a. Dr^a Bruna de Carvalho Farias Vajgel

Prof. Dr. Carlos Menezes Aguiar

Prof. Dr. Danyel Elias da Cruz Perez

Prof^a. Dr^a Flavia Maria de Moraes Ramos Perez

Prof. Dr. Gustavo Pina Godoy

Prof. Dr. Jair Carneiro Leão

Prof^a. Dr^a. Jurema Freire Lisboa de Castro

Prof. Dr. Luiz Alcino Monteiro Gueiros

Profª. Drª Maria Luiza dos Anjos Pontual

Profª. Drª. Renata Cimões Jovino Silveira

Secretária

Oziclere de Araújo Sena

AGRADECIMENTOS

A Deus e sempre a Deus.

A minha família, meus amigos, meu pai, Pedro Fernando Lucena de Veras, minha mãe, Ozani Ferreira Mendonça de Veras e meu irmão, Tiago Mendonça Lucena de Veras, que como não poderia deixar de ser, sempre acreditaram em mim e deram-me forças para realizar esse sonho que hoje se torna realidade.

A Universidade Federal de Pernambuco e seu programa de Pós Graduação em Odontologia. Agradeço a todos os colaboradores que fazem parte dessa casa e que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho. Obrigado aos professores, sempre dispostos à transmissão de seus conhecimentos, contribuindo para o nosso desenvolvimento profissional. Obrigado a Sra. Oziclere Sena, secretária da pós graduação e a Sra. Tâmires Oliveira, por tornar nosso dia-dia mais leve, ajudando-nos nos momentos de grandes dificuldades . É um orgulho fazer parte desta casa.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pelo apoio ao desenvolvimento do trabalho e por tornar possível a realização de sonhos dos seus alunos de pós graduação.

Ao meu orientador, professor Dr. Carlos Menezes Aguiar, obrigado pelo apoio nos momentos que precisei, pela compreensão, liberdade de criação e pela disponibilidade em dividir sua vasta experiência acadêmica e profissional, fatores fundamentais para o desenvolvimento e abrilhantamento do nosso trabalho.

A minha co-orientadora, professora Dra. Renata Pedrosa Guimarães, que andou de mãos dadas comigo dos primeiros até os últimos momentos do processo criativo, que não mediu esforços e tempo para ajudar e preencheu meus dias com novos conhecimentos. Sem dúvidas nossa parceria me tornou uma pessoa e um profissional mais dedicado, atento e melhor. Obrigado de coração.

Ao Departamento de Física da Universidade Federal de Pernambuco, na figura do professor Dr. Anderson Gomes e da amiga Luana Osório, pela ajuda

fundamental em várias etapas do desenvolvimento da pesquisa. Obrigado pela disponibilidade em dividir o conhecimento de vocês comigo e permitir a realização do meu trabalho.

Ao Laboratório de Imunopatologia Keizo Asami da Universidade Federal de Pernambuco (LIKA – UFPE), na figura do professor Dr. Luiz Carlos Alves e do técnico em microscopia eletrônica, Sr. Rafael José Padilha, que me receberam de braços abertos, com todo carinho, para realização da microscopia eletrônica de varredura e discussão de tópicos importantes para a realização da metodologia do trabalho. Muito Obrigado.

**“É engraçado a força que as coisas parecem ter,
Quando elas têm que acontecer.”**

(Caetano Veloso)

RESUMO

Apesar da evolução das técnicas adesivas e das propriedades físico-mecânicas das resinas compostas, alguns problemas como a contração de polimerização persistem, ocasionando infiltração marginal, que pode estar associada à sensibilidade pós-operatória, descoloração marginal e cárie secundária. O objetivo deste estudo foi comparar, *in vitro*, através de ensaio de nanoinfiltração, a qualidade do selamento marginal, na parede gengival de cavidades proximais com ausência de esmalte, de duas resinas de baixa contração do tipo *bulk fill* (SureFil® SDR® flow/ Dentsply e Filtek™ Bulk Fill Posterior/ 3M ESPE) com uma resina convencional (Z250/ 3MESPE) isolada ou associada ao cimento de ionômero de vidro (CIV) (Riva Light Cure /SDI). Para isso, 40 molares humanos foram divididos em 4 grupos (N=10) e restaurados em suas faces ocluso-mesiais e ocluso-distais, obtendo-se 80 restaurações (n=20). Após a realização de termociclagem com banhos variando entre $5\pm 5^{\circ}\text{C}$ e $55\pm 5^{\circ}\text{C}$, 10 restaurações de cada grupo foram avaliadas em Microscopia eletrônica de varredura (MEV) com Espectrometria para microanálise elementar (EDS) inicialmente e as demais após um período de 6 meses de envelhecimento em estufa biológica. Uma média da penetração de prata em cada restauração foi obtida nas duas avaliações e os resultados foram analisados estatisticamente de forma descritiva e inferencial, através dos testes t-Student pareado e F (ANOVA) com um fator. Não houve diferenças estatísticas significativas entre os materiais com relação a nanoinfiltração de prata na avaliação inicial e entre as avaliações ($p>0,05$), exceto para a resina Bulk Fill Posterior/ 3M ESPE em relação ao CIV e a resina convencional na avaliação final, que mostrou menor grau de penetração de prata ($p<0,05$). As resinas de baixa contração do tipo *bulk fill* mostraram comportamento semelhante em relação a qualidade do selamento marginal observado pelo CIV ou a resina composta convencional com técnica incremental, apresentando ainda a vantagem de simplicidade na técnica de confecção das restaurações e redução do tempo de trabalho.

Palavras-chave: Resinas Compostas. Microscopia Eletrônica de Varredura. Dentina. Infiltração Dentária.

ABSTRACT

Despite the evolution of adhesive techniques and the physico-mechanical properties of composite resins, some problems, such as polymerization contraction, persist, causing marginal infiltration, which may be associated with postoperative sensitivity, cavosurface marginal discoloration and secondary caries. The aim of the present study was to compare, *in vitro*, by nanoinfiltration, the quality of marginal sealing, in the gingival wall of proximal cavities with the absence of enamel, of two low-contraction resins of bulk fill type (SureFil® SDR® flow / Dentsply and Filtek™ Bulk Fill Posterior / 3M ESPE) with a conventional resin (Z250 / 3MESPE) isolated or associated with glass ionomer cement (GIC) (Riva Light Cure / SDI). For this, 40 human molars were divided into 4 groups (N=10) and restored on their occlusal-mesial and occlusal-distal faces, obtaining 80 restorations (n=20). After the thermocycling process, with baths ranging from $5 \pm 5^{\circ}\text{C}$ to $55 \pm 5^{\circ}\text{C}$, 10 restorations of each group were initially evaluated in Scanning Electron Microscopy (SEM) with Elemental Microanalysis Spectrometry (EDS), and the others after a period of 6 months of aging in a $37 \pm 5^{\circ}\text{C}$ oven. An average of the silver penetration at each restoration was obtained in the two evaluations and the results were statistically analyzed in a descriptive and inferential manner, using the paired Student t test and F (ANOVA) with one factor. There were no significant statistical differences between the materials with respect to silver nanoinfiltration at the initial evaluation ($p > 0,05$) and between the evaluations ($p > 0,05$), except for the Bulk Fill Posterior / 3M ESPE resin in relation to the GIC and Conventional resin in the final evaluation, which showed a lower degree of silver penetration ($p < 0,05$). The low contraction resins of the bulk fill type showed a similar behavior in relation to the marginal sealing quality observed by the GIC or a composite resin with the incremental technique, also presenting the advantage of simplicity in the technique of making the restorations and reducing the time of the job.

Key-words: Resin Composite. Microscopy Electron.Scanning. Dentin. Dental Leakage.

Lista de Ilustrações

Figura 1 – Sequência operatória do preparo das cavidades e aferição das distâncias vestibulo-lingual, profundidade axial e altura da caixa proximal	19
Quadro 1- Distribuição dos sistemas restauradores, adesivos e técnica restauradora por grupo	21
Quadro 2 - Composição dos materiais restauradores estudados.	22
Figura 2 - Sequência de preparo dos espécimes para Nanoinfiltração e Microscopia Eletrônica de Varredura	24
Figura 3 - Fotomicrografia da marcação dos pontos a serem ampliados	26
Figura 4 - Padrão da Fotomicrografia de ampliação para análise em EDS de G250	27
Figura 5 - Padrão de Fotomicrografia de ampliação para análise em EDS de GCIV	27
Figura 6 - Padrão de Fotomicrografia de ampliação para análise em EDS de GSD	28
Figura 7 - Padrão de Fotomicrografia de ampliação para análise em EDS de GBF	28
Figura 8 - Análise da presença e percentual de Prata através de Espectrometria para Microanálise Elementar (EDS) utilizando o Software INCA	29

Lista de Abreviaturas

BIS GMA	Bisfenol glicidil metacrilato
Fator- C	Fator de configuração cavitária
CIV	Cimento de ionômero de vidro
SDR	Stress Decreasing Resin
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
Lika	Laboratório de Imunopatologia Keizo Asami
G	Grupo
UDMA	Uretano dimetacrilato
TEGDMA	Trietilenoglicol dimetacrilato
EBPADMA	Bisfenol A dimetacrilato etoxilado
AFM	Monômero de fragmentação adicional
UDMA	Uretano dimetacrilato aromático
mw	Miliwatts
MEV	Microscópio eletrônico de varredura
pH	Potencial Hidrogeniônico
mA	Miliampéres
mbar	Milésimos de bar
EDS	Espectrômetro para microanálise elementar
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO.....	14
2	INTRODUÇÃO.....	15
3	METODOLOGIA.....	18
3.1	Delineamento.....	18
3.2	Amostra.....	18
3.3	Procedimentos.....	18
3.31	Tratamento das amostras.....	18
3.32	Preparo das cavidades.....	19
3.33	Confecção das restaurações.....	20
3.34	Preparo dos espécimes para nanoinfiltração e MEV.....	24
3.35	Análise em MEV.....	25
3.36	Processamento estatístico dos dados.....	30
4	RESULTADOS.....	31
5	CONCLUSÃO.....	31
	REFERÊNCIAS.....	32
	APÊNDICE – Artigo científico.....	34
	ANEXOS.....	54
	ANEXO A - Comprovante de submissão e aprovação do comitê de ética em pesquisas envolvendo seres humanos da UFPE.....	54
	ANEXO B - Regras para publicação na revista Journal of Dentistry.....	55

1 APRESENTAÇÃO

Esta dissertação foi escrita com o intuito de avaliar o desempenho de resinas compostas em dentes posteriores, mais especificamente, em cavidades proximais, onde a contração de polimerização e adesão são de mais difícil controle. É constante a busca por materiais restauradores que se comportem de forma mais estável frente às intempéries da cavidade bucal e o surgimento de novos materiais é constante na tentativa de vencer essas limitações. As resinas de baixa contração do tipo *bulk fill* surgiram não apenas com o objetivo de tornar a prática restauradora mais simples, mas também com o objetivo de reduzir o principal problema que sempre permeou as restaurações com resina em dentes posteriores: a contração de polimerização. A limitada quantidade de estudos que avaliam o sucesso das resinas de baixa contração, por ser um material de desenvolvimento recente, torna evidente a necessidade de avaliar se esses novos materiais comportam-se conforme se propõem. Essa constatação despertou o interesse pela realização deste trabalho, que tem por objetivo comparar, *in vitro*, através de ensaio de nanoinfiltração, a qualidade do selamento marginal, na parede gengival de cavidades proximais com ausência de esmalte, de duas resinas de baixa contração do tipo *bulk fill* (SureFil® SDR® flow/ Dentsply e Filtek™ Bulk Fill Posterior/ 3M ESPE) com uma resina convencional (Z250/ 3MESPE) isolada ou associada ao cimento de ionômero de vidro (Riva Light Cure /SDI). Ressalto que seus resultados são importantes, pois atuam como parte do conhecimento científico existente para o estímulo ao desenvolvimento de ensaios clínicos randomizados, padrão ouro dentro da pesquisa científica e responsável pelo fornecimento de subsídios para a tomada de decisões terapêuticas.

2 INTRODUÇÃO

As resinas compostas são os materiais de escolha para restaurações dos elementos dentários em tempos onde a exigência estética influencia a escolha do profissional e dos pacientes. O próprio desenvolvimento das novas tecnologias restauradoras avançam para o aperfeiçoamento dos materiais que mimetizam as características ópticas da estrutura dentária sadia (Manzotti, Pascotto, 2005).

Apesar da evolução das técnicas adesivas e das propriedades físico-mecânicas desses materiais restauradores, que permitem sua utilização com segurança em dentes posteriores (Manzotti *et al.* 2005; Souza *et al.* 2005; Rodolpho *et al.* 2006; Lopes *et al.* 2008; Mahmoud *et al.* 2008), alguns problemas persistem, como a contração de polimerização. Essa contração provoca o surgimento de fendas e consequente infiltração marginal, que pode estar associada à sensibilidade pós-operatória, descoloração marginal e cárie secundária, sendo uma das principais causas de substituição dessas restaurações. (Manso, 2006; Campos *et al.* 2014).

A magnitude da contração depende da formulação da matriz resinosa, da visco-elasticidade do compósito e da técnica de inserção utilizada no tratamento restaurador (Lopes, 2008; Mahmoud *et al.* 2008), fatores que estão diretamente relacionados à integridade e qualidade do selamento marginal (Campos *et al.* 2014).

A evolução das resinas a base de metacrilatos, introduzidas por Bowen (1963), pela adição do BIS-GMA e posteriores modificações, como a inserção de monômeros de menor viscosidade, permitiu sua larga utilização para restaurações em dentes posteriores. Entretanto, a contração de polimerização na ordem de 2,0 a 3,5% observada nesses materiais, sugere uma técnica operatória sensível e indicação cautelosa (Manso, 2006; Silva *et al.* 2014).

Para vencer os problemas relacionados à contração desses materiais e sua consequente infiltração marginal, várias passos são propostos como o controle do fator de configuração cavitária (Fator-C), a técnica de inserção incremental, otimização do método de polimerização e ainda adição de camadas intermediárias compostas por materiais de menor módulo de elasticidade (Ilie, 2011; Silva *et al.* 2014).

Embora a técnica incremental, com incrementos de 2mm, seja preferida para utilização com resinas à base de metacrilato, por permitir adequada profundidade de cura e alívio das tensões de polimerização, algumas desvantagens estão associadas com essa técnica, principalmente quando considera-se sua aplicação para cavidades com envolvimento proximal, como a incorporação de espaços vazios à massa restauradora, contaminação entre camadas, falha de adesão entre camadas, dificuldades na inserção de incrementos em áreas de difícil acesso e extenso tempo de tratamento (Ilie, 2011; Alrahlaaa, 2014; Campos *et al.* 2014).

A associação do cimento de ionômero de vidro (CIV) à resina composta tem sido sugerida como melhor opção para restaurações com resina em dentes posteriores em relação à técnica convencional, pois além de apresentar módulo de elasticidade e coeficiente de expansão térmica semelhante ao dente, ele é capaz de reagir quimicamente com o cálcio presente na estrutura dentária, proporcionando um selamento mais efetivo e de longa duração. A adição de partículas resinosas melhorou suas propriedades mecânicas e diminuiu a solubilidade do material no ambiente bucal, tornando os CIV híbridos ou modificados por resina mais interessantes clinicamente em relação a sua formulação convencional (Manso, 2006; Rodrigues junior *et al.* 2010).

O grande problema das restaurações estéticas em dentes posteriores continua centrado nas margens cervicais de restaurações com envolvimento proximal, localizadas em dentina ou cimento, onde a adesividade é mais difícil de ser obtida devido à complexidade estrutural dentinária e a contínua exsudação de fluidos advindos da polpa, que associados a contração de polimerização provocam um “afastamento” da restauração na região gengival e formação de “*gaps*,” permitindo a penetração de fluidos e bactérias (Farias, 2002; Souza Filho, 2011).

As resinas fluídas foram introduzidas no mercado na década de 1990. São historicamente utilizadas como camada intermediária em restaurações com resinas compostas, com o intuito de diminuir a tensão de polimerização na interface dente-restauração. Seu alto índice de contração ocasionado pelo excesso de matriz orgânica e baixo conteúdo de carga (44-55% em volume), entretanto, tornou sua utilização bastante controversa na literatura (Scotti, 2014; Baratieri, 2007).

Uma nova modalidade de resinas denominadas *bulk fill*, baseadas em uma tecnologia denominada SDR (Stress Decreasing Resin) foi introduzida no mercado nos últimos anos. As modificações na estrutura química da matriz com a utilização de monômeros de menor viscosidade e a incorporação de grupos fotoativos denominados “moduladores de polimerização”, que interagem com a canforoquinona prolongando a fase pré-gel e permitindo uma maior sensibilidade de polimerização no momento da ativação, permite, segundo os fabricantes, que esses materiais sejam utilizados em incrementos de 4mm a 5mm em cavidades de classe II, promovendo dessa forma um adequado grau de conversão polimérica, menor estresse e contração de polimerização e consequentemente, um selamento marginal mais adequado e efetivo. Além disso, a eliminação de múltiplos passos presentes na técnica incremental associada ou não ao CIV concorre para um menor tempo clínico, maior simplicidade e menor probabilidade de erros no processo restaurador. (Garcia, 2014; Van, 2014; Ilie, 2014; Scotti, 2014).

Diante da necessidade por materiais restauradores que se comportem de forma mais estável frente às intempéries da cavidade bucal e da limitada quantidade de estudos que avaliam o sucesso das resinas de baixa contração, torna-se evidente a necessidade de desvendar os reais benefícios que essa nova modalidade de compósito poderá proporcionar ao paciente e ao dia-dia clínico do cirurgião-dentista. O presente estudo teve como objetivo comparar, *in vitro*, através de ensaio de nanoinfiltração, a qualidade do selamento marginal, na parede gengival de cavidades proximais com ausência de esmalte, de duas resinas de baixa contração do tipo *bulk fill* com uma resina convencional isolada e associada ao Cimento de Ionômero de Vidro.

3 METODOLOGIA

2.1 DELINEAMENTO

Estudo experimental in vitro, realizado nos laboratórios da Pós Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), de Imunopatologia Keizo Asami- LIKA (UFPE) e do Departamento de Física da UFPE, no período de 2015 a 2017.

2.2 AMOSTRA

Foram selecionados 40 dentes humanos (Terceiros Molares), obtidos a partir de doação pelo Banco de Dentes Humanos da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e após a obtenção do parecer favorável pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da mesma Universidade (Nº do CAEE: 1.619.548).

Os critérios de inclusão foram dentes hígidos, com ausência de restaurações ou lesões cariosas, de pacientes com idades entre 18 e 40 anos, livres de fraturas, trincas, defeitos macroscópicos e preferencialmente selecionados de forma que a altura cervico-oclusal das faces proximais fossem próximas ou possuísem exatamente 6mm.

2.3 PROCEDIMENTOS

2.3.1 Tratamento das amostras

Os espécimes foram armazenados em recipientes com solução de Cloramina 0,5% à temperatura ambiente, por um período de 7 dias, e posteriormente em água destilada, com trocas semanais, até o momento de sua utilização que não ultrapassou o período de 6 meses. Previamente ao armazenamento, foi realizada a remoção de todo tecido mole que os envolvia com curetas periodontais e uma profilaxia com pasta de pedra pomes e água, utilizando escovas Robinson

(Microdont, São Paulo, Brasil) montadas em contra-ângulo e em rotação convencional.

2.3.2 Preparo das cavidades

A sequência operatória de confecção das cavidades pode ser observada na Figura 1. Em cada espécime foram preparadas duas cavidades proximais envolvendo as faces ocluso-mesial e ocluso-distal, totalizando 80 cavidades. Uma matriz confeccionada com tira de poliéster e com abertura de 4x6mm foi utilizada no intuito de padronizar as cavidades. Esta matriz serviu de referencial para demarcar, com o auxílio de um grafite, o contorno externo das cavidades nas faces dos espécimes (Lamonato, 2011) (Fig.1A).

Figura 1 – Sequência operatória do preparo das cavidades e aferição das distâncias vestibulo-lingual, profundidade axial e altura da caixa proximal



A: Demarcação das cavidades com Matriz de acetato. B: Preparo da cavidade com broca 4137. C: Aferição da distância vestibulo-lingual. D: Aferição da profundidade axial. E: Aferição da altura da caixa proximal. F: Adaptação da matriz e cunhas após inserção do dente em manequim.

Os preparos foram executados pelo mesmo operador, utilizando uma ponta diamantada cilíndrica (#4137 – KG SORENSEN, Cotia, Brasil), em alta rotação, sob refrigeração constante com spray água/ar (Fig.1B). As cavidades foram padronizadas e confeccionadas com 4mm de largura no sentido vestibulo-lingual, 6mm de altura da caixa proximal e 2mm de profundidade axial (Lamonato, 2011). Em

todos os preparos o término cervical localizou-se além da junção amelocementária em dentina e cimento, sendo as medidas conferidas com o uso de sonda milimetrada (Fig.1C, 1D e 1E).

Nas cavidades onde a distância ocluso-cervical excedeu os 6mm ,a superfície oclusal dos espécimes foi desgastada até que a distância permanecesse em exatamente 6mm. A cada dez preparos a ponta diamantada foi substituída por uma nova (Beatrice; Rocha; Stamford, 1998; Ribeiro *et al.* 2006).

2.3.3 Confeção das restaurações

Após os procedimentos de preparo cavitário, para permitir um processo restaurador próximo das condições encontradas na cavidade bucal, os espécimes foram fixados em um simulador e presos com cera utilidade. Foi adaptado ainda o porta matriz Tofflemire, com cunha de madeira, em todos os espécimes a serem restaurados (Fig.1F).

Procedeu-se uma profilaxia com pedra pomes (SSWhite, Rio de Janeiro, Brasil) e água, com auxílio de uma escova de Robinson (Microdont, São Paulo, Brasil), lavagem e secagem da cavidade com pelotas de algodão levemente umedecidas, e o condicionamento com ácido fosfórico a 37% respeitando-se o tempo de 30 segundos em esmalte e 15 segundos em dentina.

Os 40 espécimes preparados foram prévio e aleatoriamente distribuídos em 4 grupos e restaurados com os materiais e técnicas que encontram-se descritos no Quadro 1, conforme recomendação dos fabricantes, totalizando 80 restaurações, sendo 20 restaurações por grupo. Cada espécime recebeu o mesmo material restaurador nas duas faces preparadas de acordo com o grupo ao qual foi distribuído pós sorteio. O Quadro 2 traz informações com relação a composição dos materiais restauradores utilizados.

Quadro 1- Distribuição dos sistemas restauradores, adesivos e técnica restauradora por grupo

Grupo	Material restaurador utilizado	Lote de Fabricação	Sistema adesivo utilizado	Técnica restauradora	Tempo de Polimerização por incremento (segundos)
GZ250 (n=20)	Resina Filtek™ Z250 (3M/ESPE)	169378	Adper Single Bond 2 (3M/ESPE)	Incremental oblíqua (incrementos de 2mm)	20
GCIV (n=20)	Cimento de Ionômero de Vidro Rita Light Cure(SDI)	675241	Adper Single Bond 2 (3M/ESPE)	Preenchimento (4mm: 1,5mm +1,5mm + 1,0mm)	20
	+ Resina Z250 (3M/ESPE)	169378		+ Incremental (2mm)	20
GSDR (n=20)	Resina SureFil® SDR® flow (Dentsply)	1601132	Prime & Bond Elect™ (Dentsply)	Preenchimento (4mm)	40
	+ Resina TPH 3 (Dentsply)	1730641		+ Incremental (2mm)	20

GBFP (n=20)	Filtek™ Bulk Fill Posterior (3M/ESPE)	N685667	Adper Single Bond 2 (3M/ESPE)	(Preenchimento (máximo de 5mm)	30
----------------	---	---------	-------------------------------------	-----------------------------------	----

Quadro 2- Composição dos materiais restauradores estudados.

Grupo	Tamanho e Tipo de partículas de carga	Porcentagem de volume	Matriz Orgânica	Classificação
GZ250 (n=20)	5-20nm Zircônia e Sílica	61%% em volume	Bis-GMA UDMA	Microhíbrida
GCIV +	Vidro de fluoralumino silicato	—	—	—
Z250 (n=20)	5-20nm Zircônia e Sílica	61% em volume	Bis-GMA UDMA	Microhíbrida
GSDR +	Vidro de bário boro flúor alumínio silicato Vidro de estrôncio alumínio flúor silicato +	—	EBPADMA TEGDMA	Nanohíbrida
TPH 3 (n=20)	Mesma composição do material de base	—	BIS-GMA	Nanohíbrida

GBFP (n=20)	Silano tratado com cerâmica, zircôniae sílica	—	AUDMA AFM	Nanoparticulada
----------------	---	---	--------------	-----------------

A fotopolimerização foi realizada com aparelho de LED de alta intensidade Radii-cal/SDI (potência 1200mW/cm^2 e comprimento de onda de 460 nanômetros), por tempo preconizado pelo fabricante para cada material(Quadro 1), a uma distância mínima possível do material restaurador polimerizado, inicialmente por oclusal e posteriormente por vestibular e lingual. Depois de realizadas todas as restaurações e remoção do sistema de matrizes, os excessos grosseiros foram removidos com lâminas de bisturi e tiras de lixa para resinas compostas (3M ESPE, St Paul, USA).

Posteriormente, os espécimes ficaram armazenados em água destilada com temperatura variando entre $37 \pm 5^\circ\text{C}$, em uma estufa, por 24 horas para que ocorresse a expansão higroscópica da resina composta e, só então, as restaurações foram submetidas ao processo de acabamento e polimento final, utilizando discos de lixa Sof Lex Pop On (3M ESPE, St Paul, USA) em ordem decrescente de abrasividade, até que nenhum excesso fosse observado, e posteriormente discos de feltro Diamond (FGM, Joinville, Brasil) associado à pasta para polimento Diamond R (FGM, Joinville, Brasil), até que se obtivesse uma superfície proximal lisa e homogênea. Os discos foram substituídos a cada cinco restaurações acabadas e polidas.

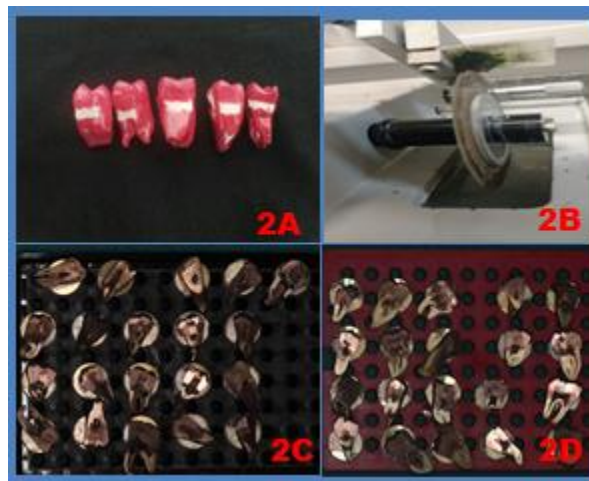
A termociclagem para todos os espécimes foi realizada com 250 ciclos em água entre $5 \pm 5^\circ\text{C}$ e $55 \pm 5^\circ\text{C}$. A exposição em cada banho foi de 20 segundos e o tempo de transferência entre os banhos foi de 3 a 5 segundos.

2.3.4 Preparo dos espécimes para nanoinfiltração e microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Esta etapa do estudo foi realizada no Departamento de Física da UFPE e no Laboratório de Imunopatologia Keizo Asami- LIKA. Cinco espécimes restaurados de cada grupo experimental (10 restaurações), selecionados aleatoriamente, foram preparados para análise inicial da nanoinfiltração em microscopia eletrônica de varredura e a sequência do preparo pode ser observada na Figura 2.

Para isso, todas as superfícies dos espécimes foram impermeabilizadas com duas camadas de esmalte cosmético (Risqué, Goiânia, Brasil) em todas as suas faces, exceto 1,0 mm aquém da parede cervical mesial e distal de cada espécime a ser observado (Fig.2A).

Figura 2 - Sequência de preparo dos espécimes para Nanoinfiltração e Microscopia Eletrônica de Varredura



A: impermeabilização dos espécimes com esmalte cosmético, exceto na parede gengival a ser observada. B: Secção dos dentes no longo eixo em cortadora de precisão no sentido sagital. C e D: Aspecto das amostras da avaliação inicial e final, respectivamente, após a metalização.

Os espécimes foram então imersos em uma solução marcadora contendo 50% em peso de nitrato de prata amoniacal (pH 9,5), por 24 horas à temperatura ambiente. Após esse período, foram lavados em água destilada e imersos em uma

solução reveladora durante 8 horas com luz fluorescente, com o objetivo de reduzir os íons de diaminoprata para grãos de prata metálica. Ao final das 8 horas, os espécimes foram lavados com água corrente.

Subsequentemente, os dentes foram seccionados no plano sagital, no sentido mesio-distal, com auxílio de um disco diamantado dupla-face acoplado a uma cortadora de precisão de baixa rotação (Buehler IsoMet® Low Speed Saw, Binghamton, New York, EUA) (Fig.2B). Em seguida, polidos em uma politriz, a fim de remover riscos e irregularidades, empregando lixas de carvão de silício em ordem decrescente de abrasividade (#600, #1200), por um período de 20 segundos e lavados abundantemente a cada troca de lixas. A análise visual criteriosa de cada face obtida após o corte sagital dos dentes, quanto a presença de fraturas ou desadaptação do material restaurador, direcionou a escolha pela face que apresentou as melhores condições para análise.

Para a análise em MEV, os espécimes foram submetidos ao seguinte protocolo: condicionamento ácido da interface resina/dente com ácido fosfórico a 37% por 5 segundos, seguido de lavagem com água por 10 segundos; Imersão em solução de Hipoclorito de sódio a 2.5% por 2 minutos; banho em cuba de ultra-som por 20 minutos para remoção de eventuais resíduos na superfície cortada e desidratação em graus ascendentes de acetona: de 25%, 50%, 75%, 95% (20 minutos em cada concentração) e 100% (60 minutos).

Os espécimes foram então armazenados em estufa por 72 horas à temperatura de $37 \pm 5^\circ\text{C}$, fixados em stubs com fita dupla-face de carbono, sendo realizada a aplicação de esmalte de prata (Bal- Tec - Balzers, Liechtenstein) e, por fim, realizada a cobertura com ouro em aparelho de metalização (Quorum 150T ES, Laughton, EUA) , com pressão de 0,05 mbar, corrente de 20 mA ,distância de trabalho de 50 mm, tempo de cobertura de 60 segundos e espessura média de exposição de 20 nm. A Figura 2C e 2D mostram os elementos após a metalização.

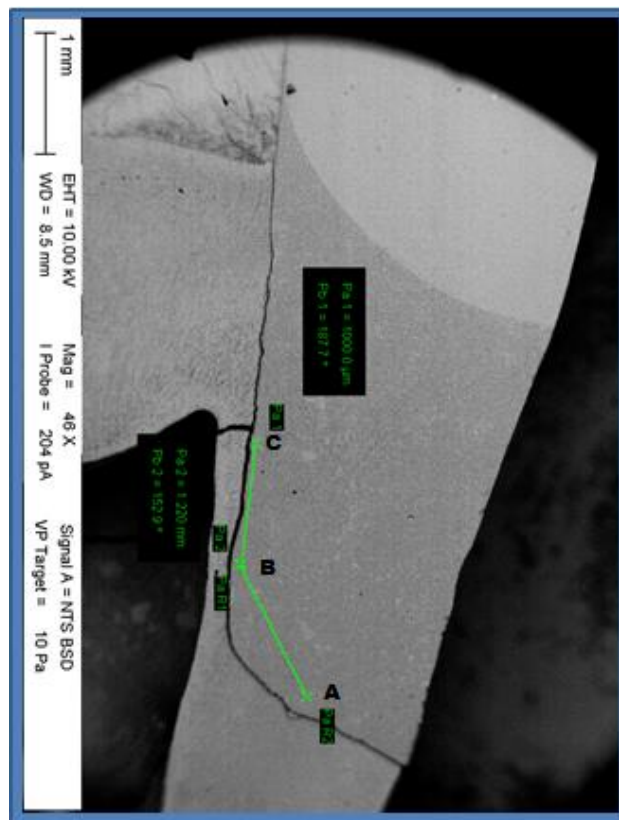
2.3.5 Análise em microscópio eletrônico de varredura

A análise no MEV (Carl Zeiss - EVO MA15, Oxford Instruments, Abingdon, Inglaterra), foi realizada em dentina, na parede cervical e axial das faces mesial e

distal dos 05 espécimes de cada grupo, totalizando 10 restaurações avaliadas inicialmente, por grupo.

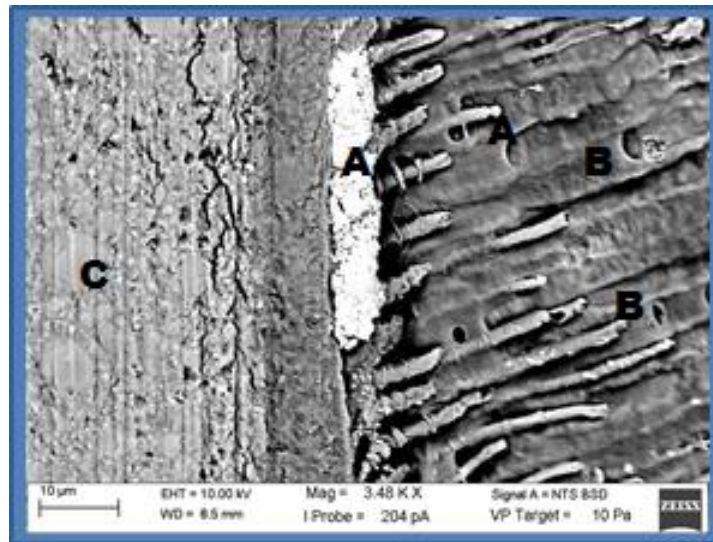
As fotomicrografias obtidas de cada restauração foram padronizadas, de forma que três pontos, na interface dente-restauração, distantes 1mm, 2mm e 3mm do início das restaurações foram marcados com um aumento de 46x (Fig.3), ampliados 2000x até 3500x (Fig.4, Fig.5 Fig.6 e Fig.7) e analisados quanto ao percentual máximo de prata presente em cada uma das regiões, através do detector EDS (Espectrômetro para microanálise elemental-Oxford IncaWave) acoplado ao MEV, conforme observado na Figura 8.

Figura 3 - Fotomicrografia da marcação dos pontos a serem ampliados



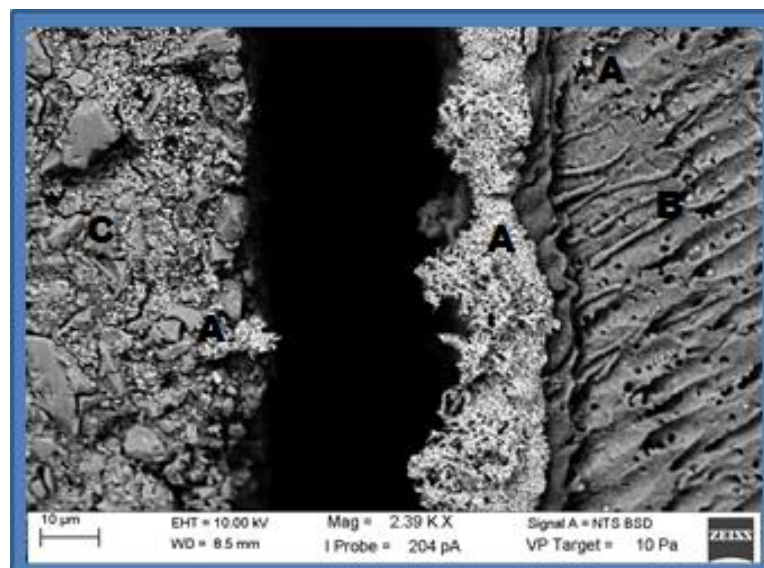
A: 1mm de distância do início da Restauração B: 2mm de distância C: 3mm de distância

Figura 4 - Padrão da Fotomicrografia de ampliação para análise em EDS de G250



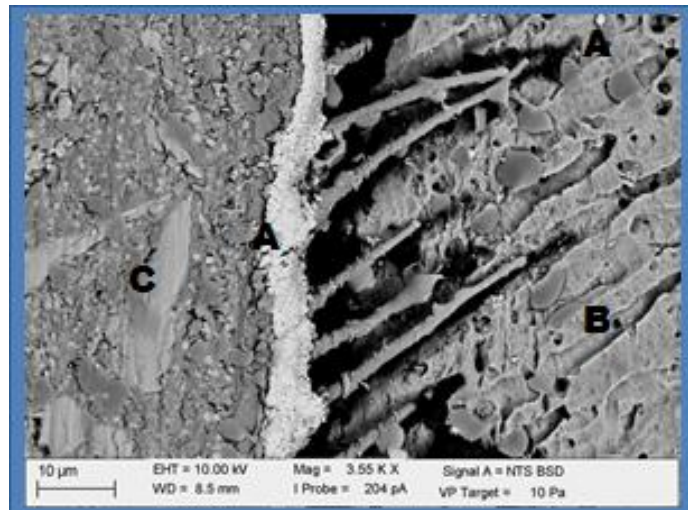
A: penetração de prata na camada híbrida , tags e túbulos dentinários **B:** Túbulos dentinários **C:** Resina Composta Z250 3M/ESPE.

Figura 5 - Padrão de Fotomicrografia de ampliação para análise em EDS de GCIV



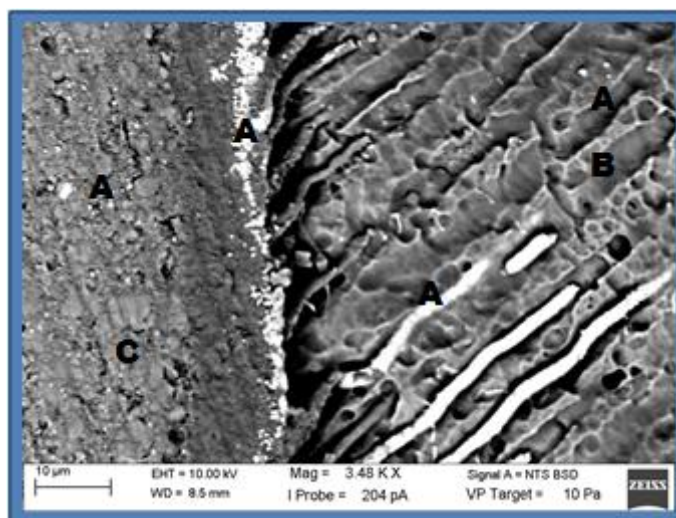
A: infiltração de prata ao longo da parede Cervical, impregnada no material restaurador e na região de túbulos dentinários **B:** Túbulos Dentinários **C:** Cimento de ionômero de vidro Riva Light Cure/ SDI

Figura 6 - Padrão de Fotomicrografia de ampliação para análise em EDS de GSDR



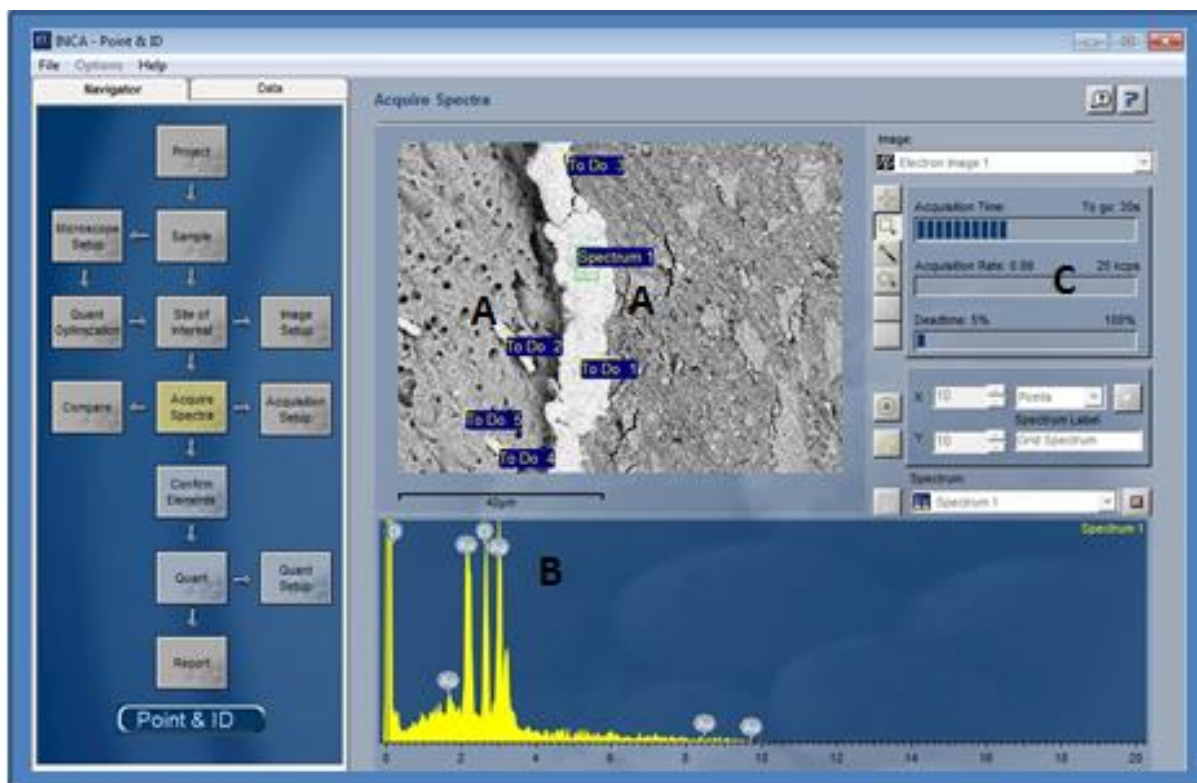
A: Infiltração de prata na camada híbrida, ao longo da parede cervical e na região de túbulos dentinários **B:** Túbulos dentinários **C:** Sistema adesivo compondo a camada híbrida da Resina SureFil® SDR® flow /Dentsply.

Figura 7 - Padrão de Fotomicrografia de ampliação para análise em EDS de GBFP



A: Infiltração de prata na camada híbrida, ao longo da parede cervical, na região de túbulos dentinários e infiltrada no material restaurador **B:** Túbulos dentinários **C:** Resina Bulk Fill Posterior 3M/ESPE

Figura 8 - Análise da presença e percentual de Prata através de Espectrometria para Microanálise Elemental (EDS) utilizando o Software INCA



A: Marcação dos pontos com evidência da presença de prata B: Identificação de todos elementos químicos presentes na área marcada C: cálculo do percentual dos elementos químicos presentes na área marcada

Dos percentuais de prata encontrados nos três pontos marcados e ampliados foram obtidas médias, a fim de se estabelecer o grau de penetração de prata em cada restauração.

Para a avaliação após envelhecimento, os 5 demais espécimes de cada grupo (n=10) não avaliados inicialmente, foram analisados após um período de 6 meses de armazenamento em estufa biológica à $37 \pm 5^\circ\text{C}$, em água destilada, seguindo o mesmo protocolo da avaliação inicial.

2.4 Processamento estatístico dos dados

Os resultados obtidos da avaliação inicial e após 6 meses de envelhecimento para os quatro grupos foram tabulados em Excel e analisados estatisticamente de forma descritiva e inferencial. A análise descritiva se deu através das estatísticas: média, desvio padrão e mediana; a análise inferencial deu-se através dos testes estatísticos t-Student pareado (para a comparação entre as avaliações em cada grupo) e F (ANOVA) com um fator (para a comparação entre os grupos). No caso de diferença significativa pelo teste F (ANOVA) foram obtidas as comparações múltiplas (entre pares) de Tukey.

A verificação da hipótese de normalidade dos dados foi realizada pelo teste de Shapiro-Wilk e a igualdade de variâncias foi através do teste F de Levene. A margem de erro utilizada nas decisões dos testes estatísticos foi de 5%. O Software utilizado para obtenção dos cálculos estatísticos foi SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) na versão 23.

4 RESULTAOS

Os resultados desta pesquisa encontram-se apresentados na forma de artigo, os quais estão dispostos no apêndice A.

5 CONCLUSÃO

As Resinas de baixa contração do tipo *Bulk Fill* mostraram comportamento semelhante em relação a qualidade do selamento marginal observado pelo Cimento de Ionômero de Vidro ou a resina composta convencional com técnica incremental, apresentando ainda a vantagem simplicidade na técnica de confecção das restaurações e redução do tempo de trabalho.

REFERÊNCIAS

- 1- Manzotti L, Pascotto RC. Avaliação clínica do comportamento de restaurações de classe II com resinas compostas. R Dental Press Estét. 2005; 2(2): 66-78.
- 2- Souza FB de, Guimarães RP, SILVA CHV da. A clinical evaluation of packable and microhybrid resin composite restorations: One year report. Quintessence int. 2005; 36(1):41-48.
- 3- Rodolpho PAR, Cenci MS, Donassolo TA, Louguércio AD, Demarco FF. A clinical evaluation of posterior composite restorations: 17-year findings. J Dent. 2006; 34(7): 427-435.
- 4- Lopes GC. Resina composta de baixa contração. Clín. int. j. braz. Dent. 2008; 4(4): 348-351.
- 5- Mahmoud SH, El-embaby AE, Abdallah AM, Hamama HH. Two-year Clinical Evaluation ofOrmocer, Nanohybrid and Nanofill Composite Restorative Systems in Posterior Teeth. J Adhes Dent. 2008; 10(4): 315-322.
- 6- Manso AP, Souza J, Silva MHE. Resinas Compostas posteriores: Análise de longevidade e comportamento clínico. J Brás Clin Odontol int. 2006; 10(53):115-123.
- 7- Campos EA, Ardu S, Leferver D, Jassé FF, Bartolotto T, Krejci I. Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk-fill composites. J Dent. 2014; 42(5): 575 – 581.
- 8- Silva GR, Araújo IS, Pereira RD, Barreto BCF, Prado CJ, Soares CJ, Martins LRM. Microtensil Bond Strength of Methacrylate and Silorane Resins to Enamel and Dentin. Braz. Dent. J. 2014; 25(4): 327-331.
- 9- Ilie N, Hickel R. Investigations on a methacrylate-based flowable composite based on the SDRTM technology. Dent Mater. 2011; 27(4): 348–355.
- 10- Alrahlaha A, Silikasa N, Watts DC. Post-cure depth of cure of bulk fill dentalresin-composites. Dent Mater. 2014; 30: 149–154.
- 11- Rodrigues Junior SA, Pin LFS, Machado G, Bella Dona A, Demarcos FF. Influence of different restorative techniques on marginal seal of class II composite restorations. J Appl Oral Sci. 2010;18(1):37-43.
- 12- Farias DG, Avelar RP, Bezerra ACB. Estudo comparativo da infiltração marginal em restaurações de classe V. Pesqui Odontol Bras. 2002; 16(1): 83-88.

- 13- Souza Filho MA, Lawder JAC, Oliveira MBRG, Takano AE, Cardoso PC. Resina de baixa contração: nova alternativa para restaurações diretas em dentes posteriores. *Rev Dental Press Estét.* 2011;8(2):78-88.
- 14-Scotti N, Comba A, Gambino A, Paolino DS, Alovise M, Pasqualini D, Berutti E. Microleakage at enamel and dentin margins with a bulk fills flowable resin. *Eur J Dent.* 2014; 8(1): 1-8.
- 15- Baratieri LN. *Odontologia Restauradora: Fundamentos e Possibilidades.* São Paulo: Editora Santos; 2007.
- 16- Garcia D, Yaman P, Dennison J, Neiva GF. Polymerization Shrinkage and Depth of Cure of Bulk Fill Flowable Composite Resins. *Oper Dent.* 2014; 39(4): 441-448.
- 17- Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill Resin-based Composites: an In Vitro Assessment of Their Mechanical Performance. *Oper Dent.* 2013; 38(6): 618-625.
- 18- Van Dijkena, JW, Pallesenb U. A randomized controlled three year evaluation of “bulk-filled” posterior resin restorations based on stress decreasing resin technology. *Dent Mater.* 2014; 30(9): 245–251
- 19- Lamonato JA. Avaliação da microinfiltração marginal em cavidades classe II utilizando sistema adesivo autocondicionante. Passo Fundo: Faculdade Ingá – UNINGÁS do Rio Grande do Sul, 2011. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização.
- 20- Beatrice LCS; Rocha LPS; Stamford SVMS. Avaliação de instrumentos rotatórios abrasivos de diamante: estudo "in vitro". *Rev. Cons. Reg. Odontol. Pernamb.* 1998; 1(2):112-117. Ribeiro MGG, Vasconcelos DMP, Teixeira HM, Nascimento ABL, Costa SXS. Avaliação da microinfiltração marginal utilizando diferentes sistemas adesivos. *IJD, Int. j. dent.* 2006; 1(1): 08-13.
- 21- Ribeiro MGG, Vasconcelos DMP, Teixeira HM, Nascimento ABL, Costa SXS. Avaliação da microinfiltração marginal utilizando diferentes sistemas adesivos. *IJD, Int. j. dent.* 2006; 1(1): 08-13.

APÊNDICE

Avaliação da qualidade do selamento marginal de restaurações com resinas compostas de baixa contração

RESUMO

Objetivo: Comparar, *in vitro*, através de ensaio de nanoinfiltração, a qualidade do selamento marginal na parede gengival de cavidades proximais, com ausência de esmalte, de duas resinas de baixa contração do tipo bulk fill com uma resina convencional isolada ou associada ao cimento de ionômero de vidro (CIV). **Materiais e Métodos:** 40 molares humanos foram divididos em 4 grupos e 80 restaurações ocluso-mesiais e ocluso-distais foram realizadas com os seguintes materiais: resina Z250/ 3MESPE, CIV Riva Light Cure /SDI e as resinas SureFil® SDR® flow/ Dentsply e Filtek™ Bulk Fill Posterior/ 3M ESPE. Após a realização de termociclagem com banhos entre $5\pm 5^{\circ}\text{C}$ e $55\pm 5^{\circ}\text{C}$, 40 restaurações foram avaliadas em Microscopia eletrônica de varredura (MEV) com Espectrometria para microanálise elementar (EDS) inicialmente e as demais após um período de 6 meses de envelhecimento em estufa biológica. Uma média da penetração de prata em cada restauração foi obtida nas duas avaliações e os resultados foram analisados estatisticamente de forma descritiva e inferencial, através dos testes t-Student pareado e F (ANOVA) com um fator. **Resultados:** Não houve diferenças estatísticas significativas entre os materiais com relação à nanoinfiltração de prata na avaliação inicial ($p>0,05$) e entre as avaliações ($p>0,05$), exceto para a resina Bulk Fill Posterior/ 3M ESPE em relação ao CIV e a resina convencional na avaliação final, que mostrou menor média de penetração de prata ($p<0,05$). **Conclusão:** As resinas de baixa contração do tipo bulk fill mostraram comportamento semelhante em relação a qualidade do selamento marginal observado pelo cimento de ionômero de vidro ou a resina composta convencional com técnica incremental, apresentando ainda a vantagem de simplicidade na técnica de confecção das restaurações e redução do tempo de trabalho.

Palavras- chave: Resinas compostas; Bulk Fill ; Restaurações dentais; Posterior , Qualidade marginal

Significância Clínica: As Resinas Compostas do tipo bulk fill facilitam a confecção das restaurações em cavidades proximais de dentes posteriores e reduzem o tempo de trabalho, apresentando comportamento semelhante às resinas convencionais com técnica incremental associada ou não ao cimento de ionômero de vidro em relação à qualidade do selamento marginal.

Esta pesquisa não recebeu qualquer subvenção específica de agências de financiamento nos setores público, comercial ou filantrópico.

1. INTRODUÇÃO

As resinas compostas são os materiais de escolha para restaurações dos elementos dentários em tempos onde a exigência estética influencia a escolha do profissional e dos pacientes [1].

Apesar da evolução das técnicas adesivas e das propriedades físicas e mecânicas desses materiais restauradores, que permitem sua utilização com segurança em dentes posteriores [2,3,4,5], alguns problemas, como a contração de polimerização na ordem de 2,0 a 3,5%, persistem, ocasionando fendas e consequente infiltração marginal, que pode estar associada a sensibilidade pós-operatória, descoloração marginal e cárie secundária, sendo essas as principais causas de substituição dessas restaurações [6,7].

A magnitude da contração depende da formulação da matriz resinosa, da visco-elasticidade do compósito e da técnica de inserção utilizada no tratamento restaurador [4,5], fatores que estão diretamente relacionados à integridade e qualidade do selamento marginal [6].

Para vencer os problemas relacionados à contração desses materiais e sua consequente infiltração marginal, várias passos são propostos como o controle do fator de configuração cavitária (Fator-C), a técnica de inserção incremental, otimização do método de polimerização e ainda adição de camadas intermediárias compostas por materiais de menor módulo de elasticidade [8,9].

Embora a técnica incremental, com incrementos de 2mm, seja preferida para utilização com resinas a base de metacrilato, por permitir adequada profundidade de cura e alívio das tensões de polimerização, algumas

desvantagens são apontadas, principalmente quando considera-se sua aplicação para cavidades proximais, como a incorporação de espaços vazios à massa restauradora, contaminação e falha de adesão entre camadas, dificuldades na inserção de incrementos em áreas de difícil acesso, e extenso tempo de tratamento [9,10, 6].

A associação do cimento de ionômero de vidro (CIV) à resina composta tem sido sugerida como melhor opção para restaurações com resinas compostas em cavidades proximais de posteriores em relação à técnica convencional, pois além de apresentar módulo de elasticidade e coeficiente de expansão térmica semelhante ao dente, o cimento de ionômero é capaz de reagir quimicamente com o cálcio presente na estrutura dentária, proporcionando um selamento mais efetivo e de longa duração [11].

Uma nova modalidade de resinas denominadas bulk fill, baseadas em uma tecnologia denominada SDR (*Stress decreasing Resin*) foi introduzida no mercado nos últimos anos. As modificações na estrutura química da matriz com a utilização de monômeros de menor viscosidade e a incorporação de grupos fotoativos denominados “moduladores de polimerização”, permite, segundo os fabricantes, que esses materiais sejam utilizados em incrementos de 4 mm a 5mm em cavidades de classe I e II, promovendo um adequado molhamento da superfície, grau de conversão polimérica, menor estresse e contração de polimerização e consequentemente, um selamento marginal mais adequado e efetivo [12,13,14,1]. Além disso, a eliminação de múltiplos passos presentes na técnica incremental associada ou não ao CIV concorre para um menor tempo clínico, maior simplicidade e menor probabilidade de erros no processo restaurador.

Diante da busca por materiais restauradores que se comportem de forma mais estável frente às intempéries da cavidade bucal e da limitada quantidade de estudos que avaliam o sucesso das resinas de baixa contração, torna-se evidente a necessidade de desvendar os reais benefícios que essa nova modalidade de compósito poderá proporcionar ao paciente e ao dia-dia clínico do cirurgião-dentista. O presente estudo teve como objetivo Comparar, in vitro, através de ensaio de nanoinfiltração, a qualidade do selamento marginal na parede gengival de cavidades classe II, com ausência de esmalte, de duas resinas de baixa contração do tipo bulk

fill com uma resina convencional isolada ou associada ao cimento de ionômero de vidro (CIV)- técnica do sanduíche aberto.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Estudo experimental in vitro, realizado na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Foram selecionados 40 terceiros molares hígidos, oriundos do Banco de dentes da mesma universidade, de pacientes com idade variando entre 18 e 40 anos, livres de fraturas, trincas, defeitos macroscópicos e preferencialmente selecionados de forma que a altura cervico-oclusal das faces proximais fossem próximas ou exatamente 6mm. A Coleta ocorreu após parecer favorável pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos da mesma Universidade (Nº1.619.548).

Os espécimes coletados foram armazenados em recipientes com solução de Cloramina 0,5% à temperatura ambiente, por um período de 7 dias, e posteriormente em água destilada, com trocas semanais, até o momento de sua utilização que não ultrapassou o período de 6 meses.

Em cada espécime foram preparadas duas cavidades proximais envolvendo as faces ocluso-mesial e ocluso-distal, totalizando 80 cavidades. Uma matriz confeccionada com tira de poliéster e abertura de 4x6mm foi utilizada no intuito de padronizar as cavidades. Esta matriz serviu de referencial para demarcar, com o auxílio de uma caneta hidrográfica, o contorno externo das cavidades nas faces dos espécimes.

As cavidades foram padronizadas da seguinte forma: 4 mm de largura no sentido vestibulo-lingual, 6 mm de altura da caixa proximal e 2mm de profundidade axial. Em todos os preparos o término cervical localizou-se além da junção

amelocementária em dentina e cimento, sendo as medidas conferidas com o uso de sonda milimetrada

Nas cavidades onde a distância ocluso-cervical excedeu os 6mm ,a superfície oclusal dos espécimes foi desgastada até que a distância permanecesse exatamente 6mm. Os preparos foram executados pelo mesmo operador, utilizando uma ponta diamantada cilíndrica (#4137 – KG SORENSEN, Cotia, Brasil), em alta rotação, sob refrigeração constante com spray água/ar. A cada dez preparos a ponta diamantada foi substituída por uma nova.

Após os procedimentos de preparo cavitário, para permitir um processo restaurador próximo das condições encontradas na cavidade bucal, os espécimes foram fixados em um simulador e presos com cera utilidade. Foi adaptado ainda o porta matriz Tofflemire, com cunha de madeira, em todos os espécimes a serem restaurados.

Procedeu-se uma profilaxia com pedra pomes (SSWhite, Rio de Janeiro, Brasil) e água, com auxílio de uma escova de Robinson (Microdont, São Paulo, Brasil), lavagem e secagem da cavidade com pelotas de algodão levemente umedecidas, e o condicionamento com ácido fosfórico a 37% respeitando-se o tempo de 30 segundos em esmalte e 15 segundos em dentina.

Os 40 espécimes foram prévio e aleatoriamente distribuídos em 4 grupos e restaurados com os materiais e técnicas que encontram-se descritos na tabela 1, conforme recomendação dos fabricantes, totalizando 80 restaurações, sendo 20 restaurações por grupo. A tabela 2 mostra informações com relação a composição dos materiais restauradores utilizados.

Tabela 1 - Distribuição dos sistemas restauradores, adesivos e técnica restauradora por grupo

Grupo	Material Restaurador	Lote	Sistema Adesivo Utilizado	Técnica Restauradora	Tempo de Polimerização (segundos)
GZ250 (n=20)	Resina Filtek™ Z250 (3M/ESPE)	169378	Single Bond 2 (3M/ESPE)	Incremental Oblíqua (incrementos de 2mm)	20
GCIV (n=20)	CIV (Riva Light Cure/ SDI)	675241	Single Bond 2 (3M/ESPE)	Preenchimento (4mm: (1,5mm +1,5mm+ 1,0mm)	20
	+ Resina Filtek™ Z250 (3M/ESPE)	169378		+ Incremental (2mm)	20
GSDR (n=20)	Resina SureFil® SDR® flow (Dentsply)	1601132	Prime & Bond 2.1™ (Dentsply)	Preenchimento (4mm)	40
	+ Resina TPH 3 (Dentsply)	1730641		+ Incremental (2mm)	20
GBFP (n=20)	Filtek™ Bulk Fill Posterior (3M/ESPE)	N685667	Single Bond 2 (3M/ESPE)	(Preenchimento (máximo de 5mm)	30

Tabela 2 - Composição dos materiais restauradores estudados.

Grupo	Tamanho/partículas de carga	Percentagem de volume	Matriz Orgânica	Classificação
GZ250 (n=20)	5-20nm Zircônia e Sílica	61%% em volume	Bis-GMA UDMA	Microhíbrida
	Vidro de fluoralumino silicato	—	—	—
GCIV + Z250 (n=20)	5-20nm Zircônia e Sílica	61% em volume	Bis-GMA UDMA	Microhíbrida

GSDR + TPH3 (n=20)	Vidro de bário boro flúor alumínio silicato	—	EBPADMA TEGDMA	Nanohíbrida
	Vidro de estrôncio alumínio flúor silicato +	—	BIS-GMA	Nanohíbrida
	Mesma composição do material de base	—		
GBFP (n=20)	Silano tratado com cerâmica, zircônia e sílica	—	UDMA AFM	Nanoparticulada

A fotopolimerização foi realizada com aparelho de LED de alta intensidade Radii-cal/sdi (potência 1200mW/cm² e comprimento de onda de 460 nanômetros), por tempo preconizado pelo fabricante (Tabela 1) para cada material, a uma distância mínima possível do material restaurador polimerizado, inicialmente por oclusal e posteriormente por vestibular e lingual. Depois de realizadas todas as restaurações e remoção do sistema de matrizes, os excessos grosseiros foram removidos com lâminas de bisturi e tiras de lixa para resinas compostas (3M ESPE, St Paul, USA).

Posteriormente, os dentes ficaram armazenados em água destilada com temperatura variando entre $37 \pm 5^{\circ}\text{C}$, em uma estufa, por 24 horas para que ocorresse a expansão higroscópica da resina composta e, só então, as restaurações foram submetidas ao processo de acabamento e polimento final, utilizando discos de lixa Sof Lex Pop On (3M ESPE, St Paul, USA) em ordem decrescente de abrasividade, até que nenhum excesso fosse observado, e posteriormente discos de feltro Diamond (FGM, Joinville, Brasil) associado à pasta para polimento Diamond R (FGM, Joinville, Brasil), até que se obtivesse uma superfície proximal lisa e homogênea. Os Discos foram substituídos a cada cinco restaurações acabadas e polidas.

A termociclagem foi realizada em todos os espécimes com 250 ciclos em água entre $5 \pm 5^{\circ}\text{C}$ e $55 \pm 5^{\circ}\text{C}$. A exposição em cada banho foi de 20 segundos e o tempo de transferência entre os banhos foi de 3 a 5 segundos.

Cinco espécimes restaurados de cada grupo experimental (10 restaurações), selecionados aleatoriamente, foram preparados para a análise inicial da nanoinfiltração em microscopia eletrônica de varredura. Para isso, todas as superfícies dos espécimes foram impermeabilizadas com duas camadas de esmalte cosmético (Risqué, Goiânia, Brasil), em todas as suas faces, exceto 1,0 mm aquém da parede cervical mesial e distal de cada espécime observado.

Os espécimes foram então imersos em uma solução marcadora contendo 50% em peso de nitrato de prata amoniacal (pH 9,5), por 24 horas à temperatura ambiente. Após esse período, foram lavados em água destilada e imersos em uma solução reveladora durante 8 horas com luz fluorescente, com o objetivo de reduzir os íons de diaminoprata para grãos de prata metálica. Ao final das 8 horas, os espécimes foram lavados com água corrente.

Subsequentemente, os espécimes foram seccionados no plano sagital, no sentido mesio-distal, com auxílio de um disco diamantado dupla-face acoplado a uma cortadora de precisão de baixa rotação (Buehler IsoMet® Low Speed Saw, Binghamton, New York, EUA), polidos em uma politriz, a fim de remover riscos e irregularidades, empregando lixas de carbetto de silício em ordem decrescente de abrasividade (#600, #1200), por um período de 20 segundos e lavados abundantemente a cada troca de lixas.

A análise visual criteriosa de cada face obtida após o corte sagital dos dentes, quanto a presença de fraturas ou desadaptação do material restaurador, direcionou a escolha pela face que apresentou as melhores condições para análise.

Para a análise em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), os espécimes foram submetidos ao seguinte protocolo: condicionamento ácido da interface resina/dente com ácido fosfórico a 37% por 5 segundos, seguido de lavagem com água por 10 segundos; Imersão em solução de Hipoclorito de sódio a 2.5% por 2 minutos; banho em cuba de ultrassom por 20 minutos para remoção de eventuais resíduos na superfície cortada e desidratação em graus ascendentes de acetona: de 25%, 50%, 75%, 95% (20 minutos em cada concentração) e 100% (60 minutos).

Os espécimes foram então armazenados em estufa por 72 horas à temperatura de $37 \pm 5^\circ\text{C}$, fixados em stubs com fita dupla-face de carbono, sendo

realizada a aplicação de esmalte de prata (Bal- Tec - Balzers, Liechtenstein) e, por fim, realizada a cobertura com ouro em aparelho de metalização (Quorum 150T ES, Laughton, EUA) , com pressão de 0,05 mbar, corrente de 20 mA, distância de trabalho de 50 mm, tempo de cobertura de 60 segundos e espessura média de exposição de 20 nm.

A análise no MEV (Carl Zeiss - EVO MA15, Oxford Instruments), foi realizada em dentina, na parede cervical e axial das faces mesial e distal dos 5 espécimes restaurados de cada grupo, totalizando 10 restaurações avaliadas inicialmente, por grupo. As fotomicrografias obtidas de cada restauração foram padronizadas, de forma que três pontos, na interface dente-restauração, distantes 1mm, 2mm e 3mm do início das restaurações foram marcados com um aumento de 46x (Fig.1), ampliados 2000x até 3500x (Fig.2, Fig.3 Fig.4 e Fig.5) e analisados quanto ao percentual máximo de prata presente em cada uma das regiões, através do detector EDS (Espectrômetro para microanálise elementar-Oxford IncaWave) acoplado ao MEV. Dos percentuais de Prata encontrados nos três pontos marcados e ampliados foram obtidas médias, a fim de se estabelecer o grau de penetração de prata em cada restauração.

Para a avaliação após envelhecimento, os 5 demais espécimes de cada grupo (n=10) não avaliados inicialmente, foram analisados após um período de 6 meses de armazenamento em estufa biológica à $37 \pm 5^{\circ}\text{C}$, seguindo o mesmo protocolo da avaliação inicial.

Os resultados obtidos das avaliações inicial e após envelhecimento para os quatro grupos foram analisados estatisticamente de forma descritiva e inferencial. A análise descritiva se deu através das estatísticas: média, desvio padrão e mediana; a análise inferencial deu-se através dos testes estatísticos t-Student pareado (para a comparação entre as avaliações em cada grupo) e F (ANOVA) com um fator (para a comparação entre os grupos). No caso de diferença significativa pelo teste F (ANOVA) foram obtidas as comparações múltiplas (entre pares) de Tukey.

A verificação da hipótese de normalidade dos dados foi realizada pelo teste de Shapiro-Wilk e a igualdade de variâncias foi através do teste F de Levene. A margem de erro utilizada nas decisões dos testes estatísticos foi de 5%. O Software

utilizado para obtenção dos cálculos estatísticos foi SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) na versão 23.

3. RESULTADOS

Os resultados podem ser observados na tabela 3, que apresenta as médias, desvios padrão e medianas do percentual de prata impregnado nas restaurações segundo o material utilizado e o período de avaliação, assim como, a média das variações entre avaliações do valor final (pós envelhecimento) menos o valor inicial (variável diferença final – inicial).

Tabela 3 - Estatísticas do percentual de prata segundo o material utilizado e avaliação da variação entre as avaliações

Resina Grupo	Avaliação		Valor de p	Média variação Final - inicial
	Inicial Média ± DP (Mediana)	Após 06meses Média ± DP (Mediana)		
GZ250	0,21 ± 0,21 (0,16)	0,32 ± 0,10 (0,34) ^(A)	p ⁽¹⁾ = 0,240	0,11
GCIV	0,21 ± 0,10 (0,20)	0,33 ± 0,14 (0,35) ^(A)	p ⁽¹⁾ = 0,053	0,12
GSDR	0,14 ± 0,10 (0,11)	0,20 ± 0,07 (0,18) ^(AB)	p ⁽¹⁾ = 0,299	0,06
GBFP	0,30 ± 0,24 (0,17)	0,17 ± 0,12 (0,12) ^(B)	p ⁽¹⁾ = 0,188	- 0,13
Valor de p	p ⁽²⁾ = 0,284	p ⁽²⁾ = 0,004*		p ⁽²⁾ = 0,072

(1) Através do teste t-Student para a comparação entre os tempos de avaliação em cada resina.

(2) Através do teste F (ANOVA) para a comparação entre os materiais em cada tempo com comparações de Tukey.

Obs. Se as letras entre parêntesis são todas distintas se comprova diferença significativa entre as resinas correspondentes.

Na avaliação inicial, a maior infiltração ocorreu para GBFP, enquanto as menores médias de infiltração foi observado em GSDR. Na avaliação final, as médias mais elevadas ocorreram em GCIV (0,33) e em GZ250 (0,32). A média da variação foi – 0,13 (redução) para GBFP e variou de 0,06 a 0,12 nos demais grupos. Conforme pode-se observar, com exceção de GBFP, cuja média teve redução do valor inicial para o final de 0,30 para 0,17, os demais ou grupos apresentaram aumento da média de infiltração de prata nas restaurações após o período de envelhecimento.

Não foram registradas diferenças significativas em cada uma das avaliações entre as resinas, com exceção entre a resina Filtek Bulk Fill Posterior (3M ESPE, St Paul, USA) comparada a resina Filtek Z250 (3M ESPE, St Paul, USA) e ao Cimento de Ionômero de Vidro Riva Light Cure (SDI, Victoria, Austrália) durante a avaliação final, que mostrou diferença significativa ($p < 0,05$) comprovada pelo teste de Tukey.

4. DISCUSSÃO

A adesão à dentina é totalmente dependente de variáveis inerentes a sua superfície, como a orientação dos túbulos, o conteúdo de água, a presença ou ausência de *smear layer* e a permeabilidade. Além disso, uma correta técnica de aplicação dos sistemas adesivos, evitando secagem excessiva e garantindo a infiltração dos monômeros na rede de fibras colágenas expostas após o condicionamento ácido, previnem a degradação da camada híbrida por hidrólise e promovem uma adesão mais duradoura e efetiva [23].

Os sistemas adesivos dentinários atuais contam com uma complexa combinação de retenção micromecânica por penetração nos túbulos dentinários parcialmente abertos, formação de uma camada híbrida e interações químicas envolvendo ligações primárias e secundárias. Dessa forma, o fator limitante nas restaurações adesivas atuais parece estar centrado nas tensões geradas durante a contração de polimerização das resinas compostas [7].

Com o objetivo de promover o alívio dessas tensões, a redução da contração de polimerização em cavidades proximais e guiados pelas propriedades adesivas e coeficiente de expansão térmica semelhante ao dente, alguns autores obtiveram melhores resultados com o CIV utilizado como base forradora na parede cervical dessas restaurações, o que caracteriza a chamada “técnica do sanduíche” [16,17]. Neste estudo, GCIV utilizando a mesma técnica apresentou desempenho semelhante em relação às resinas compostas (GZ250, GSDR e GBFP) como material de base durante as avaliações, o que corrobora com os estudos de Haller e Trojanski [18] e ainda com Güngör *et al.* [19], que mostraram não haver melhora com o uso de uma base em CIV na comparação com sistemas adesivos utilizados com resinas convencionais.

O consenso em comparações diretas de estudos que usam os cimentos de ionômero de vidro é difícil de ser obtido, uma vez que há uma vasta gama de materiais disponíveis com formulações e características diferentes [20], além disso, o uso de dentes hígidos e de pacientes mais jovens neste estudo, pode ter reduzido a possibilidade de melhor selamento desses materiais em relação aos sistemas adesivos utilizados em associação às resinas compostas, pela menor probabilidade da presença de esclerose dentinária induzida por estímulos a esse substrato, mais comum em dentes senis ou acometidos por lesões cariosas, onde a performance do material seria otimizada.

A avaliação inicial mostrou um desempenho semelhante entre os grupos G250, GSDR e GBFP, não havendo diferença estatística significativa entre os mesmos. Esses resultados também foram encontrados por Campos et al. [6] e Roggendorf et al. [21], que estudando a qualidade do selamento marginal em resinas convencionais com técnica incremental e resinas do tipo bulk fill em cavidades classes II, não encontraram diferenças quando o fator de configuração cavitária foi alterado.

A qualidade do selamento marginal e a ausência de *gaps* em restaurações de resinas compostas é altamente dependente do fator C, que é representado pela relação entre as áreas de superfície aderidas e as áreas não aderidas pela resina na cavidade. O aumento dessa relação, esperado em resinas de preenchimento único, provoca aumento de tensão residual e maiores graus de contração de polimerização, ao passo que, espera-se redução desse fator em técnicas incrementais [15]. Neste estudo, o aumento do fator de configuração cavitária presente em GSDR e GBFP não contribuiu para o aumento da nanoinfiltração de prata na avaliação inicial, o que pode estar relacionado aos novos monômeros (EBPADMA E AFM, respectivamente) e moduladores de polimerização inseridos pelos fabricantes na formulação da matriz resinosa. Isso torna o uso desses materiais mais vantajoso, considerando-se a simplicidade na técnica de execução das restaurações e o menor tempo de trabalho necessário.

Na avaliação pós- envelhecimento, apenas o grupo GBFP em relação a GZ250 e GCIV mostrou uma penetração de prata menor e estatisticamente significativa ($p < 0,05$), além disso, foi o único grupo que apresentou redução da

média da concentração em relação à avaliação inicial, apesar da ausência de significância estatística.

Embora nos estudos de adesão os espécimes tendam mostrar melhores resultados no selamento marginal em avaliações iniciais e diminuir sua eficiência em avaliações pós-envelhecimento, devido à degradação da união atribuída principalmente à hidrólise dos componentes resinosos [15], uma mudança nesse comportamento pode ocorrer frente à armazenagem na presença de água, que pode provocar uma redução da nanoinfiltração por expansão higroscópica do compósito[22]. Considerando que durante a primeira avaliação GBFP mostrou as maiores médias de infiltração de prata, pode-se supor que o material pode ter sofrido influência da expansão por higroscopia na avaliação pós-envelhecimento.

Outro achado importante neste estudo com relação ao grupo GBFP foi à presença de bolhas, mesmo respeitando-se as recomendações do fabricante com relação à técnica de inserção, comuns em alguns espécimes da avaliação inicial e final (Fig.6). Essa constatação deixa hiato com relação à longevidade dessas restaurações *in vivo*, indicando a necessidade de estudos complementares por microtração e ensaios clínicos randomizados.

Sabe-se que além de fatores relacionados ao operador, o sucesso das restaurações adesivas são também dependentes das características físico-químicas dos materiais utilizados e da técnica restauradora empregada, sendo esperado uma maior tensão de contração e porosidade interna em restaurações de resina quanto maior for o volume inserido em um único incremento [7,23].

Sugerimos o uso de uma resina composta de menor viscosidade e baixa contração prévio ao uso de resinas Bulk Fill de média viscosidade (GBFP), uma vez que, conforme observado em GSDR, a adaptação do material pode ser otimizada, reduzindo a incidência de bolhas, que indicam falhas coesivas e podem ser responsáveis pelo aumento da infiltração marginal e consequente incidência de sensibilidade pós operatória, além de perda da restauração em curto prazo [15, 23].

Embora não tenha havido diferenças estatísticas significativas intragrupo ou entre os grupos considerando-se as duas avaliações, observou-se um melhor resultado para o grupo GSDR, que apresentou uma menor média de variação da

penetração de prata em relação aos demais grupos, evidenciando uma melhor estabilidade da camada híbrida após o período de envelhecimento.

Tal achado pode ser fruto de uma menor contração de polimerização do material restaurador, o qual possui um modulador de polimerização que segundo o fabricante seria responsável pela redução de tensões através prolongamento da fase pré-gel. Além disso, sua capacidade de auto nivelamento e o uso do agente de união à base de acetona no processo restaurador, provoca uma diminuição na presença de espaços vazios não infiltrados pelos monômeros e promove a formação de uma camada híbrida mais estável [15].

Os estudos das propriedades físico-mecânicas das interfaces e da nanoinfiltração têm se mostrado ferramentas importantes e complementares para estimar a longevidade dos materiais restauradores no meio oral [21,24,25,26]. A ocorrência da nanoinfiltração por si só não prediz a ocorrência de falhas adesivas precoces e imediatas do material restaurador ou a infiltração bacteriana, pois os poros que permitem sua ocorrência não são suficientemente grandes para a penetração de bactérias, mas permitem a passagem de seu metabolismo ácido, que a longo prazo provoca falhas adesivas, comprometendo a qualidade do selamento marginal das restaurações [15].

A principal vantagem de estudar a performance dos materiais restauradores, quanto ao selamento marginal, pela técnica da nanoinfiltração é a possibilidade de utilização do EDS na microanálise elementar do marcador utilizado, normalmente o AgNO₃ (nitrato de prata), evitando interpretações errôneas da presença do íon fornecidas pelas imagens do MEV, conforme pode-se observar na figura 7.

Os achados desse estudo sugerem que pesquisas clínicas são necessárias para conferir os reais benefícios que esses novos materiais proporcionarão no dia-dia clínico do cirurgião dentista e de seus pacientes, uma vez que, por mostrar resultados *in vivo*, fornecem subsídios para tomada de uma decisão terapêutica mais adequada.

5. CONCLUSÃO

As Resinas de baixa contração do tipo Bulk Fill mostraram comportamento semelhante em relação a qualidade do selamento marginal observado pelo Cimento de Ionômero de Vidro ou a resina composta convencional com técnica incremental, apresentando ainda a vantagem simplicidade na técnica de confecção das restaurações e redução do tempo de trabalho.

REFERÊNCIAS

- 1- N.Scotti, A. Comba, A. Gambino, D.S. Paolino, M. Alovisei, D. D. Pasqualini , E. Berutti, Microleakage at enamel and dentin margins with a bulk fills flowable resin, *European Journal of Dentistry*. 8 (2014) 1-8.
- 2- P.A.R. Rodolpho , M.S. Cenci, T.A. Donassolo,A.D. Louguércio, F.F.Demarco, A clinical evaluation of posterior composite restorations:17-year findings, *Journal of Dentistry*. 34 (2006) 427-435.
- 3- F.B. Souza, R.P.Guimarães , C.H.V. SILVA, A clinical evaluation of packable and microhybrid resin composite restorations: One year report, *Quintessence internacional*. 36 (2005) 41-48.
- 4- G.C.Lopes,. Resina composta de baixa contração, *International Journal of Brazilian Dentistry*. 4 (2008) 348-351.
- 5- S.H.Mahmoud , A.E. El-embaby, A.M. Abdallah , H.H. Hamama, Two-year Clinical Evaluation ofOrmocer, Nanohybrid and Nanofill Composite Restorative Systems in Posterior Teeth, *The Journal of Adhesive Dentistry*. 10 (2008) 315-322.
- 6- E.A.Campos, S. Ardu, D. Leferver, F.F.Jassé, T. Bartolotto, I. Krejci, Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk-fill composites, *Journal of Dentistry*. 42 (2014) 575 – 581.
- 7- K.J. Anusavice, PHILLIPS` : *Science of Dental Materials*, twelfth ed., Saunders, St Louis ,2013.
- 8- G.R. Silva, I.S .Araújo, R.D. Pereira, B.C.F. Barreto, C.J.Prado, C.J.Souares, L.R.M.Martins, Microtensil Bond Strength of Methacrylate and Silorane Resins to Enamel and Dentin, *Brazilian Dental Journal*. 25 (2014) 327-331.
- 9- N. Ilie, R. Hickel, Investigations on a methacrylate-based flowable composite based on the SDR™ technology, *Dental Materials*.27 (2011) 348–355.

- 10- Alrahlaha, N. Silikasa, D.C. Watts,. Post-cure depth of cure of bulk fill dentalresin-composites, *Dental Materials*. 30 (2014) 149–154.
- 11- S.A. Rodrigues Junior, L.F.S.Pin, G.Machado, A. Bella Dona, F.F.Demarcos, Influence of different restorative techniques on marginal seal of class II composite restorations. *Journal of Applied Oral Science*. 18 (2010) 37-43A.
- 12- D. Garcia , P. Yaman , J. Dennison, G.F.Neiva, Polymerization Shrinkage and Depth of Cure of Bulk Fill Flowable Composite Resins, *Operative Dentistry*. 39 (2014) 441-448.
- 13- N. Ilie, S.Bucuta, M. Draenert, . Bulk-fill Resin-based Composites: An In Vitro Assessment of Their Mechanical Performance. *Operative Dentistry*. 38 (2013): 618-625.
- 14- J.W.V. van Dijkena, U. Pallesenb, A randomized controlled three year evaluation of“bulk-filled” posterior resin restorations based onstress decreasing resin technology, *Dental Materials*. 30 (2014) 245–251.
- 15- T.Pioch, H.J. Staehle, H. Duschner, F.G. Godoy, Nanoleakage at the composite-dentin interface: a review, *American Journal of Dentistry*. 14 (2001) 251-258
- 16- J.W.McLean , A.D. Wilson , The clinical development of the glass-ionomer cementII: some clinical applications, *Australian Dental Journal*. 22 (1977) 120-27.
- 17- P.Magne, S. Silva, M. Andrada, H. Maia, Fatigue resistance and crack propensity of novel "super-closed" sandwich composite resin restorations in large MOD defects, *International Journal of Esthetic Dentistry*. 11 (2016) 82-97.
- 18- B. Haller, A. Trojanski, Effect of multi-step dentin bonding systems and resin-modified glass ionomer cement liner on marginal quality of dentin-bonded resin composite Class II restorations. *Clinical Oral Investigations*. 2 (1998) 130- 136.
- 19- . H.C. Güngör , E.Canoglu, Z.C. Cehreli, .The effects of dentin adhesives and liner materials on the microleakage of class II resin composite restorations in primary and permanent teeth. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 38 (2014) 223-228.
- 20- A.M.R.Cardoso, A.S.Leitão , J.C. Lima Neto,T,L.M. Almeida, D.M.B. Lima, L.M.T. Brandt, R.D.Castro, A.L.Cavalcanti, Evaluation of Fluoride Release, pH and Microhardness of Glass Ionomer Cements, *Brazilian Research in Pediatric Dentistry and Integrated Clinic*. 15 (2015) 23-29.
- 21- M.J.Roggendorf, N. Krämer , A. Appelt, M. Naumann,R. Frankenberger, Marginal quality of flowable 4-mmbase vs.conventionally layered resin composite, *Journal of Dentistry*. 39 (2011) 643-647
- 22- M.W. Wurst, H.J. Staehle, H. Duschner, et al., The effect of long storage on leakage within the hybrid layer, *Journal of Dental Research*.8 (2001).

23- M.Orlowski, B. Tarczydlo, R. Chalas, Evaluation of marginal integrity of four bulk fill dental composite materials: In vitro study, The Scientific World Journal. 2015 (2015).

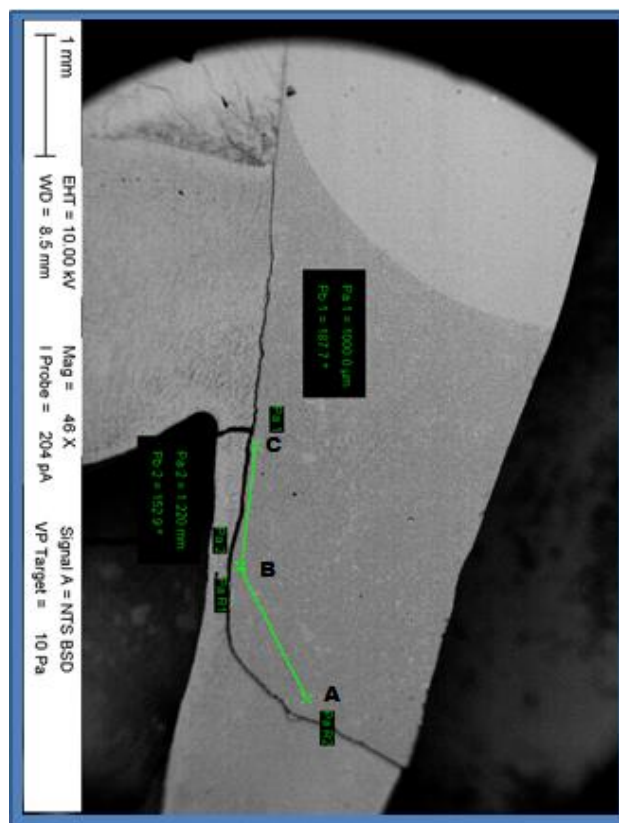
24- J.G. Leprince, W.M. Palin, J. Vanacker, J. Sabbagh, J. Devaux, G. Leloup, Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites, Journal of Dentistry. 42 (2014).

25- A.Furness , M.Y.Tadros, S.W.Looney, F.A.Rueggeberg, Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites, Journal of Dentistry. 42 (2014).

26- S. Flury, A. Peutzfeldt, A. Lussi, Influence of increment thickness on microhardness and dentin bond strength of bulk fill resin composites, Dental Materials. 30 (2014).

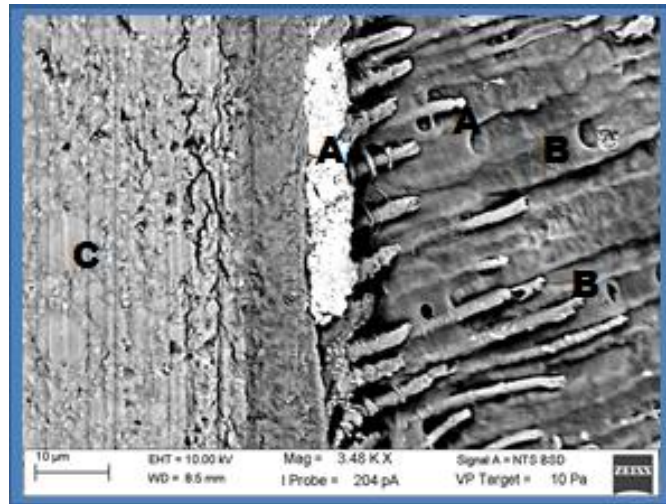
Ilustrações

Figura 1 - Fotomicrografia da marcação dos pontos a serem ampliados



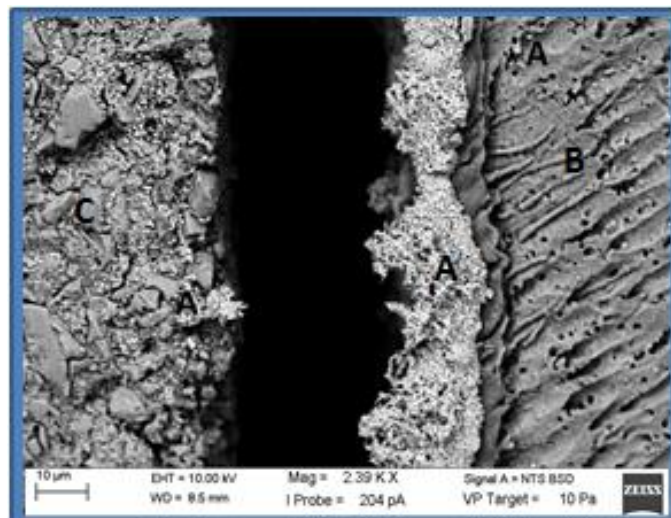
A: 1mm de distância do início da Restauração **B:** 2mm de distância **C:** 3mm de distância

Figura 2 - Padrão da fotomicrografia de ampliação para análise em EDS de GZ250



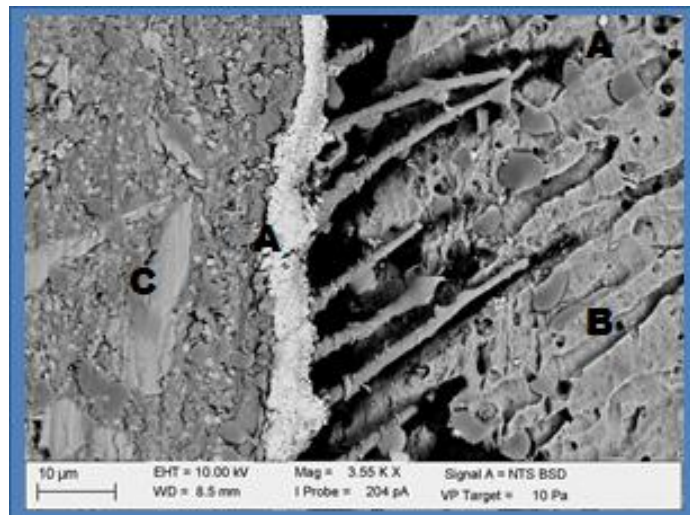
A: penetração de prata na camada híbrada , tags e túbulos dentinários **B:** Túbulos dentinários **C:** Resina Composta Z250 3M/ESPE.

Figura 3 - Padrão da fotomicrografia de ampliação para análise em EDS de GCIV



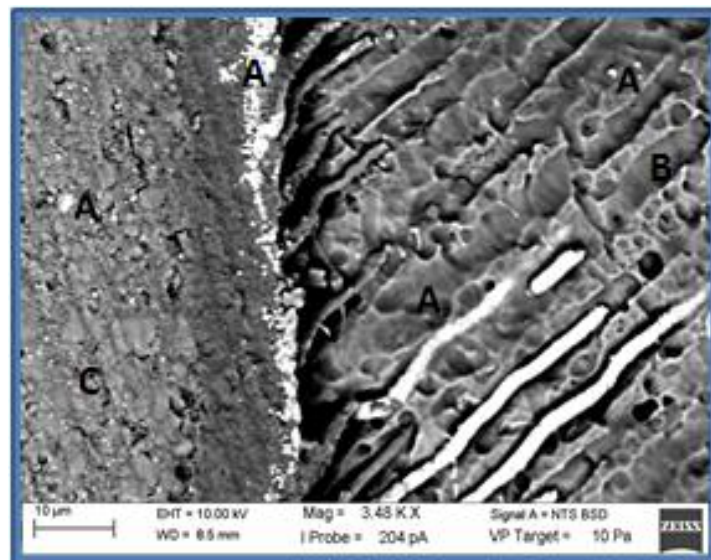
A: infiltração de prata ao longo da parede Cervical, impregnada no material restaurador e na região de túbulos dentinários **B:** Túbulos Dentinários **C:** Cimento de ionômero de vidro Riva Light Cure/ SDI.

Figura 4 - Padrão da fotomicrografia de ampliação para análise em EDS de GSDR



A: Infiltração de prata na camada híbrida, ao longo da parede cervical e na região de túbulos dentinários **B:** Túbulos dentinários **C:** Sistema adesivo compondo a camada híbrida da Resina SureFil® SDR® flow /Dentsply.

Figura 5 - Padrão da fotomicrografia de ampliação da imagem para análise em EDS de GBFP

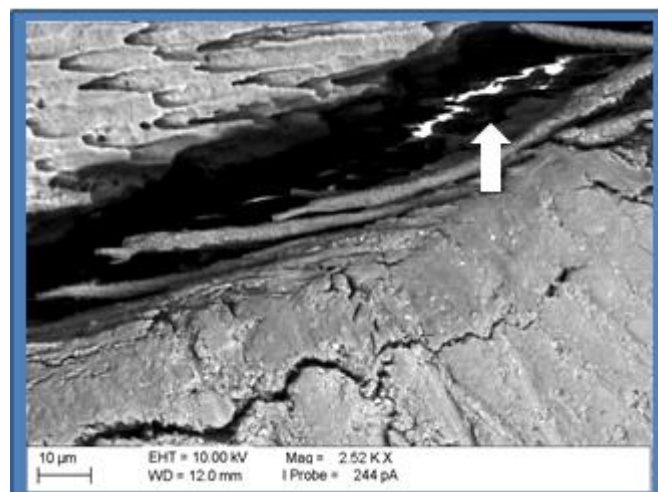


A: Infiltração de prata na camada híbrida, ao longo da parede cervical, na região de túbulos dentinários e infiltrada no material restaurador **B:** Túbulos dentinários **C:** Resina Bulk Fill Posterior 3M/ESPE.

Figura 6 - Fotomicrografia evidenciando presença de bolhas em restaurações do grupo GBFP

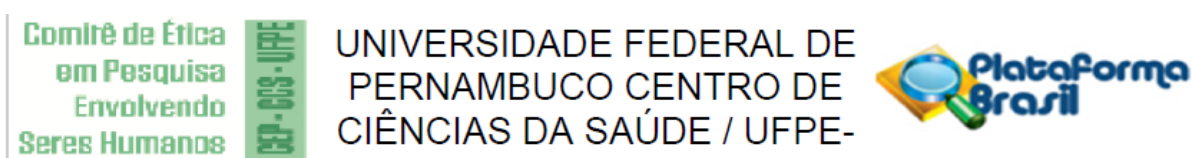


Figura 7 - Fotomicrografia sugestiva da presença de infiltração por prata, onde a presença do íon foi descartada após uso da análise microelementar por EDS



ANEXOS

A – Comprovante de submissão e aprovação do comitê de ética em pesquisas envolvendo seres humanos da UFPE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SELAMENTO MARGINAL DE RESTAURAÇÕES COM RESINAS COMPOSTAS DE BAIXA CONTRAÇÃO EM PROXIMAIS DE DENTES POSTERIORES

Pesquisador: Bruno Mendonça Lucena de Veras

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 53319916.8.0000.5208

Instituição Proponente: CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.619.548

B- Normas para publicação na revista Journal Of Dentistry

GUIDE FOR AUTHORS

INTRODUCTION

Editor-in-Chief

Christopher D. Lynch
School of Dentistry
Cardiff University
Heath Park, Cardiff,
CF14 4NQ, UK
Email: lynchod@cardiff.ac.uk

Editorial Office

Elsevier Ltd
Stover Court
Bampfylde Street
Exeter
EX1 2AH, UK
Tel: +44 (0) 1392 285879
Fax: +44 (0) 1865 853132
E-mail: JOD@elsevier.com

The Journal of Dentistry is the leading international dental journal within the field of Restorative Dentistry. Placing an emphasis on publishing novel and high-quality research papers, the Journal aims to influence the practice of dentistry at clinician, research, industry and policy-maker level on an international basis.

Topics covered include the management of dental disease, periodontology, endodontology, operative dentistry, fixed and removable prosthodontics, and dental biomaterials science, long-term clinical trials including epidemiology and oral health, dental education, technology transfer of new scientific instrumentation or procedures, as well clinically relevant oral biology and translational research. Submissions are welcomed from other clinically relevant areas, however, the Journal places an emphasis on publishing high-quality and novel research.

Queries in relation to manuscript content should be directed to the Journal Editorial Office in the first instance.

Submissions

Authors are requested to submit their original manuscript and figures via the online submission and editorial system for Journal of Dentistry. Using this online system, authors may submit manuscripts and track their progress through the system to publication. Reviewers can download manuscripts and submit their opinions to the editor. Editors can manage the whole submission/review/revise/publish process. Please register at: <http://ees.elsevier.com/jjod>

Types of paper

Contributions falling into the following categories will be considered for publication:- Original Research Reports: maximum length 6 printed pages approximately 20 typescript pages, including illustrations and tables.

- Review articles: maximum length 10 printed pages, approximately 33 typescript pages, including illustrations and tables.
- Short communication for rapid publication: maximum length 2 printed pages, approximately 7 typescript pages, including illustrations.
- Letters providing informed comment and constructive criticism of material previously published in the Journal.

All typescripts must be accompanied by a Permission Note. This is a letter signed by each author (not just the corresponding author), affirming that the paper has been submitted solely to Journal of Dentistry and that it is not concurrently under consideration for publication in another journal. Prospective authors should confirm that the submitted work, including images, are original. Authors are reminded that if included images (e.g. Tables and Figures) have been previously published may require copyright permission.

Authorship

Only those persons who have made a significant contribution to the manuscript submitted should be listed as authors. The Editor-in-Chief expects that a manuscript should normally have no more than 6 authors, unless a case is made by the corresponding author within the article cover letter to include other authors. All of the named authors should have been involved in the work leading to the publication of the paper and should have read the paper before it is submitted for publication.

Submission checklist

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

Manuscript:

- Include keywords
- All figures (include relevant captions)
- All tables (including titles, description, footnotes)
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
- Indicate clearly if color should be used for any figures in print

Graphical Abstracts / Highlights files (where applicable)

Supplemental files (where applicable)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- Relevant declarations of interest have been made
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

For further information, visit our [Support Center](#).

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

Please see our information pages on [Ethics in publishing](#) and [Ethical guidelines for journal publication](#).

Human and animal rights

If the work involves the use of human subjects, the author should ensure that the work described has been carried out in accordance with [The Code of Ethics of the World Medical Association \(Declaration of Helsinki\)](#) for experiments involving humans; [Uniform Requirements for manuscripts submitted to Biomedical journals](#). Authors should include a statement in the manuscript that informed consent was obtained for experimentation with human subjects. The privacy rights of human subjects must always be observed.

All animal experiments should comply with the [ARRIVE guidelines](#) and should be carried out in accordance with the U.K. [Animals \(Scientific Procedures\) Act, 1986](#) and associated guidelines, [EU Directive 2010/63/EU for animal experiments](#), or the [National Institutes of Health guide for the care and use of Laboratory animals \(NIH Publications No. 8023, revised 1978\)](#) and the authors should clearly indicate in the manuscript that such guidelines have been followed.

Declaration of interest

All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential conflicts of interest include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. If there are no conflicts of interest then please state this: 'Conflicts of interest: none'. [More information.](#)

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see 'Multiple, redundant or concurrent publication' section of our ethics policy for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service [CrossCheck](#).

Changes to authorship

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors **before** submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only **before** the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the **corresponding author**: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors **after** the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

Clinical trial results

In line with the position of the International Committee of Medical Journal Editors, the journal will not consider results posted in the same clinical trials registry in which primary registration resides to be prior publication if the results posted are presented in the form of a brief structured (less than 500 words) abstract or table. However, divulging results in other circumstances (e.g., investors' meetings) is discouraged and may jeopardise consideration of the manuscript. Authors should fully disclose all posting in registries of results of the same or closely related work.

Reporting clinical trials

Randomized controlled trials should be presented according to the CONSORT guidelines. At manuscript submission, authors must provide the CONSORT checklist accompanied by a flow diagram that illustrates the progress of patients through the trial, including recruitment, enrollment, randomization, withdrawal and completion, and a detailed description of the randomization procedure. The [CONSORT checklist](#) and [template flow diagram](#) are available online.

Registration of clinical trials

Registration in a public trials registry is a condition for publication of clinical trials in this journal in accordance with International Committee of Medical Journal Editors recommendations. Trials must register at or before the onset of patient enrolment. The clinical trial registration number should be included at the end of the abstract of the article. A clinical trial is defined as any research study that prospectively assigns human participants or groups of humans to one or more health-related interventions to evaluate the effects of health outcomes. Health-related interventions include any intervention used to modify a biomedical or health-related outcome (for example drugs, surgical procedures, devices, behavioural treatments, dietary interventions, and process-of-care changes). Health outcomes include any biomedical or health-related measures obtained in patients or participants, including pharmacokinetic measures and adverse events. Purely observational studies (those in which the assignment of the medical intervention is not at the discretion of the investigator) will not require registration.

Article transfer service

This journal is part of our Article Transfer Service. This means that if the Editor feels your article is more suitable in one of our other participating journals, then you may be asked to consider transferring the article to one of those. If you agree, your article will be transferred automatically on your behalf with no need to reformat. Please note that your article will be reviewed again by the new journal. [More Information.](#)

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see [more information](#) on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. [Permission](#) of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has [preprinted forms](#) for use by authors in these cases.

For open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' ([more information](#)). Permitted third party reuse of open access articles is determined by the author's choice of [user license](#).

Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. [More information.](#)

Elsevier supports responsible sharing

Find out how you can [share your research](#) published in Elsevier journals.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established a number of agreements with funding bodies which allow authors to comply with their funder's open access policies. Some funding bodies will reimburse the author for the Open Access Publication Fee. Details of [existing agreements](#) are available online.

After acceptance, open access papers will be published under a noncommercial license. For authors requiring a commercial CC BY license, you can apply after your manuscript is accepted for publication.

Open access

This journal offers authors a choice in publishing their research:

Open access

- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse.
- An open access publication fee is payable by authors or on their behalf, e.g. by their research funder or institution.

Subscription

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our [universal access programs](#).
- No open access publication fee payable by authors.

Regardless of how you choose to publish your article, the journal will apply the same peer review criteria and acceptance standards.

For open access articles, permitted third party (re)use is defined by the following [Creative Commons user licenses](#):

For non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.

The open access publication fee for this journal is **USD 2000**, excluding taxes. Learn more about Elsevier's pricing policy: <https://www.elsevier.com/openaccesspricing>.

Green open access

Authors can share their research in a variety of different ways and Elsevier has a number of green open access options available. We recommend authors see our [green open access page](#) for further information. Authors can also self-archive their manuscripts immediately and enable public access from their institution's repository after an embargo period. This is the version that has been accepted for publication and which typically includes author-incorporated changes suggested during submission, peer review and in editor-author communications. Embargo period: For subscription articles, an appropriate amount of time is needed for journals to deliver value to subscribing customers before an article becomes freely available to the public. This is the embargo period and it begins from the date the article is formally published online in its final and fully citable form. [Find out more](#).

This journal has an embargo period of 12 months.

Elsevier Publishing Campus

The Elsevier Publishing Campus (www.publishingcampus.com) is an online platform offering free lectures, interactive training and professional advice to support you in publishing your research. The College of Skills training offers modules on how to prepare, write and structure your article and explains how editors will look at your paper when it is submitted for publication. Use these resources, and more, to ensure that your submission will be the best that you can make it.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the [English Language Editing service](#) available from Elsevier's WebShop.

Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

Submit your article

Please submit your article via <http://ees.elsevier.com/jjod>.

Referees

Please submit the names and institutional e-mail addresses of several potential referees. For more details, visit our [Support site](#). Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

PREPARATION

Double-blind review

This journal uses double-blind review, which means that both the reviewer and author name(s) are not allowed to be revealed to one another for a manuscript under review. The identities of the authors are concealed from the reviewers, and vice versa. [More information](#) is available on our website. To facilitate this, please include the following separately:

Title page (with author details): This should include the title, authors' names and affiliations, and a complete address for the corresponding author including an e-mail address.

Blinded manuscript (no author details): The main body of the paper (including the references, figures, tables and any Acknowledgements) should not include any identifying information, such as the authors' names or affiliations.

Use of word processing software

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the word

processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the *Guide to Publishing with Elsevier*). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

Introduction

The Introduction must be presented in a structured format, covering the following subjects, although not under subheadings: succinct statements of the issue in question, and the essence of existing knowledge and understanding pertinent to the issue. In keeping with the house style of *Journal of Dentistry*, the final paragraph of the introduction should clearly state the aims and/or objective of the work being reported. Prospective authors may find the following form of words to be helpful: "The aim of this paper is to ..." Where appropriate, a hypothesis (e.g. null or a priori) should then be stated.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

The **title page** should contain the following information:

- Title of paper
- Short title
- Name(s), job titles and address(es) of author(s) (no academic degrees necessary)
- Name, address, telephone, fax and e-mail of the corresponding author
- Up to 6 keywords

Spelling: International English.

Authors are urged to write as concisely as possible.

The house style of *Journal of Dentistry* requires that articles should be arranged in the following order: Title, Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, Tables, Figures. A **cover letter** should accompany the new manuscript submission, within which the authors should indicate the significance of the work being submitted in a statement no more than 100 words. A signed **permission note** (details below) must also be included.

Abstract: should not exceed 250 words and should be presented under the following subheadings: Objectives; Methods; Results; Conclusions (For Reviews: Objectives; Data; Sources; Study selection; Conclusions). A 50 word 'Clinical Significance' statement should appear at the end of the abstract advising readers of the clinical importance and relevance of their work. These subheadings should appear in the text of the abstract. Please repeat the title of the article at the top of the abstract page.

Introduction: must be presented in a structured format, covering the following subjects, although not under subheadings: succinct statements of the issue in question, and the essence of existing knowledge and understanding pertinent to the issue. In keeping with the house style of *Journal of*

Dentistry, the final paragraph of the introduction should clearly state the aims and/or objective of the work being reported. Prospective authors may find the following form of words to be helpful: "The aim of this paper is to ..." Where appropriate, a hypothesis (e.g. null or a priori) should then be stated.

Keywords: up to 6 keywords should be supplied.

Abbreviations and acronyms: terms and names to be referred to in the form of abbreviations or acronyms must be given in full when first mentioned.

Units: SI units should be used throughout. If non-SI units must be quoted, the SI equivalent must immediately follow in parentheses.

The complete names of individual teeth must be given in the text. In tables and legends for illustrations individual teeth should be identified using the FDI two-digit system.

Statistics

Statistical methods should be described with enough detail to enable a knowledgeable reader with access to the original data to verify the reported results. When possible, findings should be quantified and appropriate measures of error or uncertainty (such as confidence intervals) given. Details about eligibility criteria for subjects, randomization and the number of observations should be included. The computer software and the statistical method(s) used should be specified with references to standard works when possible (with pages specified). See http://www.icmje.org/manuscript_1prepare.html for more detailed guidelines.

Illustrations: should be submitted electronically using appropriate commercial software. Prospective authors should follow the relevant guidelines (available from: <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>). In addition, it is noted that while authors sometimes need to manipulate images for clarity, manipulation for purposes of deception or fraud will be seen as scientific ethical abuse and will be dealt with accordingly. For graphical images, journals published by Elsevier apply the following policy: no specific feature within an image may be enhanced, obscured, moved, removed, or introduced. Adjustments of brightness, contrast, or color balance are acceptable if and as long as they do not obscure or eliminate any information present in the original. Nonlinear adjustments (e.g. changes to gamma settings) must be disclosed in the figure legend.

Abstract

The Abstract should not exceed 250 words and should be presented under the following subheadings: Objectives; Methods; Results; Conclusions. A 50 word 'Clinical Significance' statement should appear at the end of the abstract advising readers of the clinical importance and relevance of their work. These subheadings should appear in the text of the abstract. Please repeat the title of the article at the top of the abstract page.

For Review Articles the abstract should be presented under the following subheadings: Objectives; Data; Sources; Study selection; Conclusions.

Graphical abstract

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view [Example Graphical Abstracts](#) on our information site.

Authors can make use of Elsevier's Illustration and Enhancement service to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements: [Illustration Service](#).

Keywords

Provide a maximum of 6 keywords, using British spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Artwork

Image manipulation

Whilst it is accepted that authors sometimes need to manipulate images for clarity, manipulation for purposes of deception or fraud will be seen as scientific ethical abuse and will be dealt with accordingly. For graphical images, this journal is applying the following policy: no specific feature within an image may be enhanced, obscured, moved, removed, or introduced. Adjustments of brightness, contrast, or color balance are acceptable if and as long as they do not obscure or eliminate any information present in the original. Nonlinear adjustments (e.g. changes to gamma settings) must be disclosed in the figure legend.

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.

A detailed [guide on electronic artwork](#) is available.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive**

Information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article. Please indicate your preference for color: in print or online only. Further information on the preparation of electronic artwork.

Illustration services

Elsevier's WebShop offers Illustration Services to authors preparing to submit a manuscript but concerned about the quality of the images accompanying their article. Elsevier's expert illustrators can produce scientific, technical and medical-style images, as well as a full range of charts, tables and graphs. Image 'polishing' is also available, where our illustrators take your image(s) and improve them to a professional standard. Please visit the website to find out more.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (not on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Reference links

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is encouraged.

A DOI can be used to cite and link to electronic articles where an article is in-press and full citation details are not yet known, but the article is available online. A DOI is guaranteed never to change, so you can use it as a permanent link to any electronic article. An example of a citation using DOI for an article not yet in an issue is: VanDecar J.C., Russo R.M., James D.E., Ambeh W.B., Franke M. (2003). Aseismic continuation of the Lesser Antilles slab beneath northeastern Venezuela. *Journal of Geophysical Research*, <http://dx.doi.org/10.1029/2001JB000884>. Please note the format of such citations should be in the same style as all other references in the paper.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support Citation Style Language styles, such as *Mendeley* and *Zotero*, as well as *EndNote*. Using the word processor plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide.

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/journal-of-dentistry>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plug-ins for Microsoft Word or LibreOffice.

Reference style

Text: Indicate references by number(s) in square brackets in line with the text. The actual authors can be referred to, but the reference number(s) must always be given.

Example: '..... as demonstrated [3,6]. Barnaby and Jones [8] obtained a different result'

List: Number the references (numbers in square brackets) in the list in the order in which they appear in the text.

Examples:

Reference to a journal publication:

[1] J. van der Geer, J.A.J. Hanraads, R.A. Lupton, The art of writing a scientific article, *J. Sci. Commun.* 163 (2010) 51–59.

Reference to a book:

[2] W. Strunk Jr., E.B. White, *The Elements of Style*, fourth ed., Longman, New York, 2000.

Reference to a chapter in an edited book:

[3] G.R. Mettam, L.B. Adams, How to prepare an electronic version of your article, In: B.S. Jones, R.Z. Smith (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*, E-Publishing Inc., New York, 2009, pp. 281–304.

Reference to a website:

[4] Cancer Research UK, *Cancer statistics reports for the UK*. <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/>, 2003 (accessed 13.03.03).

Reference to a dataset:

[dataset] [5] M. Oguro, S. Imahiro, S. Saito, T. Nakashizuka, Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions, *Mendeley Data*, v1, 2015. <http://dx.doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to the *List of Title Word Abbreviations*.

Video

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the files in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including *ScienceDirect*. Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our video instruction pages. Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Supplementary material

Supplementary material can support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, high-resolution images, background datasets, sound clips and more. Please note that such items are published online exactly as they are submitted; there is no typesetting involved (supplementary data supplied as an Excel file or as a PowerPoint slide will appear as such online). Please submit the material together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. If you wish to make any changes to supplementary data during any stage of the process, then please make sure to provide an updated file, and do not annotate any corrections on a previous version. Please also make sure to switch off the 'Track Changes' option in any Microsoft Office files as these will appear in the published supplementary file(s). For more detailed instructions please visit our [artwork instruction pages](#).

AudioSlides

The journal encourages authors to create an AudioSlides presentation with their published article. AudioSlides are brief, webinar-style presentations that are shown next to the online article on ScienceDirect. This gives authors the opportunity to summarize their research in their own words and to help readers understand what the paper is about. [More information and examples are available](#). Authors of this journal will automatically receive an Invitation e-mail to create an AudioSlides presentation after acceptance of their paper.

AFTER ACCEPTANCE

Online proof correction

Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

Offprints

The corresponding author will, at no cost, receive a customized [Share Link](#) providing 50 days free access to the final published version of the article on ScienceDirect. The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's [Webshop](#). Corresponding authors who have published their article open access do not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.

The decision of the Editor-in-Chief is final in relation to all manuscript submissions.

AUTHOR INQUIRIES

Visit the [Elsevier Support Center](#) to find the answers you need. Here you will find everything from Frequently Asked Questions to ways to get in touch.

You can also check the status of your submitted article or find out when your accepted article will be published.