

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Odontologia
Programa de Pós-Graduação em Odontologia



Tese

**Restauração de resina composta em dentes posteriores: avaliação de uma
técnica simplificada**

Luis Gustavo Barrotte Albino

Pelotas, 2019

Luis Gustavo Barrotte Albino

**Restauração de resina composta em dentes posteriores: avaliação de
uma técnica simplificada**

Tese apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Odontologia, área de concentração Biologia Oral e Biomateriais.

Orientadora: Profa. Dra. Giana Lima

Co-orientador: Prof. Dr. Maximiliano Sérgio Cenci

Pelotas, 2019

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

A336r Albino, Luis Gustavo Barrotte

Restauração de resina composta em dentes posteriores
: avaliação de uma técnica simplificada / Luis Gustavo
Barrotte Albino ; Giana da Silveira Lima, orientadora ;
Maximiliano Sérgio Cenci, coorientador. — Pelotas, 2019.

96 f. : il.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em
Biomateriais e Biologia Oral - ênfase em materiais
odontológicos, Odontologia, Universidade Federal de
Pelotas, 2019.

1. Resina composta. 2. Dentes posteriores. 3. Técnica
incremental. 4. Restauração de dentes posteriores. 5.
Materiais odontológicos. I. Lima, Giana da Silveira, orient. II.
Cenci, Maximiliano Sérgio, coorient. III. Título.

Black : D151

Luis Gustavo Barrotte Albino

Restauração de resina composta em dentes posteriores: avaliação de uma
técnica simplificada

Tese apresentada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Odontologia, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Faculdade de Odontologia de Pelotas, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 11/12/2019

Banca examinadora:

Prof^a. Dr^a. Giana da Silveira Lima (Orientadora)

Doutora em Odontologia, Área de concentração: Dentística, pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

Prof. Dr. Rafael Ratto de Moraes

Doutor em Odontologia, Área de concentração: Materiais Dentários, pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

Prof. Dr. Sylvio Monteiro Junior

Doutor em Odontologia, Área de concentração: Dentística, pela Universidade de Indiana.

Profa. Dra. Lisia Lorea Valente

Doutora em Odontologia, Área de concentração: Dentística, pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

Profa. Dra. Gabriela Romanini Basso (suplente)

Doutora em Odontologia, Área de concentração: Materiais Dentários, pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

Prof. Dr. Fabio Garcia Lima (suplente)

Doutor em Odontologia, Área de concentração: Dentística, pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

Notas Preliminares

A presente tese foi redigida segundo o Manual de Normas para Dissertações, Teses e Trabalhos Científicos da Universidade Federal de Pelotas de 2019, adotando o Nível de Descrição em Capítulos, descrita no referido manual.
<https://wp.ufpel.edu.br/sisbi/files/2019/06/Manual.pdf>

RESUMO

ALBINO, Luis Gustavo Barrote. **Restauração de resina composta em dentes posteriores: avaliação de uma técnica simplificada**. 2019. 96f. Tese (Doutorado em Odontologia) – Programa de Pós Graduação em Odontologia, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

Estudos tem mostrado bom desempenho clínico para restaurações em resina composta, com resultados ao longo de 22 anos, demonstrando falha anual relativamente baixa. Porém algumas técnicas ainda resultam em consequências indesejáveis aos pacientes como sensibilidade pós-operatória, trincas da estrutura dental e manchamento marginal das restaurações. O objetivo do presente estudo foi avaliar o desempenho de restaurações de resina composta realizadas com uma técnica restauradora simplificada para dentes posteriores (*Natural Enamel & Dentin Substitution - NE&DS*). Nesta técnica o material foi aplicado em camadas, simulando o desenho estrutural dos substratos esmalte e dentina, conforme descritos na distribuição da curva sigmóide (esmalte convexa/dentina côncava). Além disso, foi avaliada a influência do tipo de resina composta utilizada para a confecção de restaurações em dentes posteriores empregando as diferentes técnicas restauradoras. A técnica de preenchimento incremental (IFT), a técnica de substituição natural de dentina e esmalte (NE&DS), a técnica de preenchimento total com bulkfill e a técnica de preenchimento simplificado incremental (IST) foram avaliadas quanto ao comportamento biomecânico. As propriedades físico-químicas das resinas compostas X-tra Fill, Filtek Z350 XT foram avaliadas através de: (i) avaliação da cinética e taxa de polimerização, (ii) profundidade de polimerização, (iii) avaliação da contração pós-gel das resinas compostas, (iv) resistência à tração diametral e (v) compressão axial. O desempenho das restaurações foi avaliado por: (i) deformação cuspídea, (ii) transiluminação para detecção de trincas da coroa de esmalte, (iii) ciclagem mecânica, (iv) radiodensidade, (v) ensaio de compressão axial, (vi) metodologia de elementos finitos e (vii) resistência de união a microtração. O grau de conversão do composto X-tra Fill foi de $35,2\% \pm 5,4$ e o Filtek Z350 XT $29\% \pm 4,1$; profundidade de cura X-tra Fill $9,2 \pm 0,2$; a resistência à tração diametral (MPa) foi de $45,9 \pm 5,3$, a resistência à compressão (MPa) de $266,3 \pm 24,9$ e o módulo de elasticidade (GPa) de $5,6 \pm 0,2$. No desempenho das restaurações, a simplificação da técnica não interferiu nas propriedades biomecânicas. O teste de deformação cuspídea mostrou diferença estatística entre os grupos; a técnica de IFT obteve um alto valor de 339,0 (75,2) durante a técnica restauradora em comparação aos demais grupos. O teste de carga de 100N na cúspide NE&DS 29.2 (5.0) foi menor em comparação aos outros grupos, enquanto o IST 839.6 (133.2) apresentou menor deformação cuspídea em comparação com as outras técnicas durante a resistência à fratura. As técnicas restauradoras de preenchimento NE&DS e IST foram capazes de diminuir a tensão cuspídea, sem prejudicar significativamente a força mecânica das restaurações.

Palavras- chave: Resina composta. Dentes posteriores. Técnica Incremental. Restauração de resina composta. Restauração de dentes posteriores. Materiais odontológicos.

ABSTRACT

ALBINO, Luis Gustavo Barrote. **Restoration of composite resin in posterior teeth: evaluation of a simplified technique.** 2019. 96f. Thesis (PhD in dentistry) – Graduate Program in Dentistry. Federal University of Pelotas, Pelotas, 2019.

Studies have shown good clinical performance for composite resin restorations with results over 22 years showing relatively low annual failure. However, some techniques still result in undesirable consequences for patients such as postoperative sensitivity, broken dental structure, and marginal restoration management. The present study aimed to evaluate the performance of composite resin restorations used with a simplified restorative technique for posterior teeth (Natural Enamel and Dentin Substitution - NE&DS). In this technique, the material was applied in layers, simulating the structurally drawing of the enamel and dentin substrates, as applicable in the distribution of the sigmoid curve (convex enamel / concave dentin). Also, the influence of the type of composite resin used to make restorations on teeth with the different restoration techniques was evaluated. An incremental fill technique (IFT), a natural dentin and enamel substitution technique (NE&DS), a total bulk fill technique and a simplified incremental fill technique (IST) were evaluated for biomechanical behavior. As physicochemical properties of X-tra Fill composite resins, Filtek Z350 XT was evaluated by (i) kinetics and polymerization rate evaluation, (ii) polymerization depth, (iii) post-gel shrinkage evaluation. composite resins, (iv) diametral tensile strength and (v) compressive strength. Restorations performance was evaluated by: (i) cuspal strain, (ii) transillumination to detect enamel crown cracking, (iii) mechanical cycling, (iv) radiodensity, (v) finite element methodology and (vi) microtensile bond strength. The degree of conversion of compound X-tra Fill was $35.2\% \pm 5.4$ and Filtek Z350 XT $29\% \pm 4.1$; cure depth X-tra Fill 9.2 ± 0.2 ; a diametral tensile strength (MPa) was 45.9 ± 5.3 , a compressive strength (MPa) of 266.3 ± 24.9 and a modulus of elasticity (GPa) of 5.6 ± 0.2 . In the performance of restorations, technical simplification does not interfere with biomechanical properties. The cusp strain test showed statistical difference between the groups, the IFT technique obtained a high value of 339.0 (75.2) during the restorative technique compared to the other groups. The 100N load test according to NE&DS 29.2 (5.0) was smaller compared to other groups, while IST 839.6 (133.2) showed less deformation compared to other techniques during fracture resistance. As restorative filler techniques, NE&DS and IST were able to decrease stress without impairing the mechanical strength of the restorations.

Key words: Composite resin. Posterior teeth. Incremental technique. Restoration of composite resin. Restoration of posterior teeth. Dental materials.

Sumário

1 Introdução.....	09
2 Capítulo 1.....	13
3 Capítulo 2.....	23
4 Capítulo 3.....	41
5 Capítulo 4.....	56
6 Considerações Finais.....	85
Referências.....	86
Apêndices.....	90
Anexos.....	92

1 Introdução

O principal objetivo de uma restauração dentária é reestabelecer funcional, biológica e esteticamente a estrutura dentária perdida utilizando um material dentário que possua propriedades adequadas e que se assemelhem e sejam compatíveis com os tecidos dentários (FERRACANE, 2011). A resina composta é o material de primeira escolha e predominante em restaurações anteriores e posteriores. O constante desenvolvimento dos materiais e a necessidade de encontrar alternativas ao amálgama em função do aumento da demanda estética dos pacientes são algumas das razões para o aumento do uso de materiais compósitos de resina para restaurações dentárias posteriores (PUCKETT et al., 2007). Além disso, vantagens como estética, custo e preservação da estrutura dentária são outros fatores pelos quais este material conquistou uma posição bem estabelecida na prática clínica e na literatura (DA ROSA RODOLPHO et al., 2011).

O emprego de resina composta em restaurações posteriores de forma direta ou indireta é considerado um tratamento bem consolidado na literatura apresentando bom desempenho clínico e longevidade superior a 20 anos e taxas de sobrevivência satisfatórias demonstrando falha anual relativamente baixa com taxas inferiores a 2% em 5 anos (DA ROSA RODOLPHO et al., 2011; PALLESEN; VAN DIJKEN, 2015). Estes fatores podem ser resultado não somente do desenvolvimento de materiais com melhores propriedades mas também devido ao aumento da habilidade dos dentistas no manuseio de compósitos. Por outro lado, as falhas nas restaurações dentárias ainda representam uma grande complicação na prática odontológica cotidiana. É relatado que cerca de 60% de todos os procedimentos odontológicos referem-se à confecção ou substituição de restaurações (BERNARDO et al., 2007).

Dentre os fatores que podem afetar o desempenho clínico de uma restauração, um dos que mais tem despertado interesse é o fator relacionado ao operador ou técnica operatória utilizada (DEMARCO et al., 2012). Estudos recentes demonstram que, em um mesmo país, diferentes práticas odontológicas podem produzir resultados de durabilidade de restaurações bastante discrepantes e isso pode ser explicado pela combinação de elementos como a experiência clínica dos dentistas, os critérios adotados para intervir em restaurações, ou ainda pela técnica restauradora utilizada

(LASKE et al., 2016). A técnica restauradora empregada para a restauração de dentes posteriores tem sido descrita como sensível aos potenciais erros cometidos pelos operadores trazendo consequências indesejáveis aos pacientes como sensibilidade pós-operatória, trincas da estrutura dental e manchamento marginal das restaurações (DEMARCO et al., 2012).

Nas restaurações diretas, a resina composta é aplicada diretamente na cavidade, empregando a técnica incremental (CHANDRASEKHAR et al., 2017). A maior vantagem apresentada por esse procedimento é que ele permite a máxima preservação da estrutura dentária, o que está de acordo com o conceito moderno de tratamento minimamente invasivo e de odontologia restauradora conservadora (ERICSON et al., 2003). Além disso, esse procedimento geralmente é realizado em uma única consulta com um custo relativamente baixo. No entanto, restaurações diretas estão associadas a contração de polimerização, baixa resistência ao desgaste e a discolorações. O estresse de contração da polimerização de resinas compostas pode resultar em várias consequências clínicas, como propagação de trincas no esmalte, deflexão da cúspide, lacunas internas e marginais (MANTRI; MANTRI, 2013; SOARES et al., 2013).

Restaurações indiretas atualmente deixaram de ser sinônimo de procedimento invasivo e são uma técnica extremamente versátil e aplicável em diversos casos clínicos, além de apresentarem resultado comparável aos obtidos com as restaurações diretas (ANGELETAKI et al., 2016). Além disso, proporcionam ao operador maior comodidade para a execução da restauração, com visão direta e aproximada no modelo, o que facilita a reprodução detalhada da anatomia e a adaptação das margens da restauração à cavidade. As restaurações indiretas podem ser fotoativadas adicionalmente, o que favorece a polimerização da resina de maneira mais uniforme nas diferentes áreas (RITTER et al., 2017).

Assim, o emprego de técnicas restauradoras simplificadas, capazes de substituir as estruturas dentárias com reprodutibilidade e com previsibilidade, podem auxiliar os cirurgiões dentistas a melhorarem seus resultados nas restaurações em dentes posteriores. A técnica restauradora avaliada neste estudo, denominada Substituição Natural de Esmalte e Dentina (Natural Enamel & Dentine Substitution – NE&DS), propõe o uso de poucos incrementos de resina composta e substituição da dentina e do esmalte seguindo a anatomia e as características histológicas do elemento dentário, para restaurações de cavidades do tipo classe I em dentes

posteriores (ALBINO et al., 2016). A técnica envolve uma sistematização dos passos que facilitam a sequência operatória e proporcionam excelentes propriedades funcionais e estéticas.

Para a substituição da dentina é utilizado um incremento aplicado e conformado com desenho côncavo. O outro incremento de resina serve para restaurar o esmalte, em formato convexo, e reproduz as características morfológicas internas e externas da estrutura dental perdida. Essa técnica de restauração emprega o preparo dental restrito à remoção do tecido cariado infectado, seguido da aplicação de sistema adesivo e aplicação de resina fluida para otimização do desenho cavitário, como processo de bio substituição à dentina e regularização da cavidade (HIRATA et al., 2015).

A realização dessa técnica restauradora indireta simplificada para dentes posteriores proporciona conforto para o paciente por reduzir seu tempo de cadeira. Permite substituir a estrutura dentária perdida com resinas compostas convencionais disponíveis no consultório. Adicionalmente, o uso dessa técnica pode auxiliar os cirurgiões-dentistas na obtenção de melhores contatos proximais, bem como na manutenção da escultura oclusal, uma vez que os ajustes podem ser feitos com maior controle no laboratório e apenas conferidos na sessão de cimentação. A técnica NE&DS pode ainda ser aplicada para a restauração de vários dentes e permite abordagem restauradora por hemiarco para reabilitações mais complexas, envolvendo estabilização oclusal, aumento de dimensão vertical e casos com necessidade de onlays e overlays (ALBINO et al., 2017).

Dessa forma, este trabalho tem por objetivo propor uma metodologia que consiste no preenchimento em dois etapas para restaurações de cavidades do tipo classe I em dentes posteriores (CI I) e preenchimento em três etapas para restaurações de cavidades do tipo classe II (CL II). Esta técnica tem como objetivo principal simular o desenho estrutural das camadas de esmalte e dentina, conforme descritos na distribuição da curva sigmóide (esmalte convexa/dentina côncava) (BAZOS; MAGNE, 2011). Além disso, não foram encontrados estudos que avaliem de forma integrada e compreensiva o comportamento biomecânico de preenchimento com resina composta convencional, empregados nas restaurações de dentes posteriores com cavidades amplas. Com isso busca-se responder uma questão dos clínicos nos dias atuais: Estes materiais e técnicas simplificadas propostas podem ser

aplicados como boa uma alternativa à técnica incremental, empregando resina composta para reabilitar dentes posteriores?

2 Capítulo 1

Natural Enamel & Dentin Substitution (NE&DS) Technique.§

Running title: A simplified dental restorative technique.

Luiz Gustavo Barrotte Albino^a, Gustavo França Bertholdo de Souza^a, Ana Beatriz Lima de Queiroz^b, Maximiliano Sérgio Cenci^c, Giana da Silveira Lima^c

a PhD student, Graduate Program in Dentistry, Federal University of Pelotas, Brazil.

b Graduate student, Graduate Program in Dentistry, Federal University of Pelotas, Brazil.

c Professor, Graduate Program in Dentistry, Federal University of Pelotas, Brazil.

Corresponding author:

Giana da Silveira Lima

Graduate Program in Dentistry. Federal University of Pelotas - UFPel

457, Gonçalves Chaves St.

Pelotas, RS, Brazil 96015-560

Phone/Fax: +55 53 32226690

E-mail: gianalima@gmail.com

§Artigo formatado segundo as normas do *Journal of Operative Dentistry*.

(<https://www.jopdent.com>)

CLINICAL RELEVANCE

This clinical technique aims to simplify composite placement and enhance esthetic rehabilitation performance. The NE&DS technique allows an easiest and more predictable procedure for posterior restorations.

ABSTRACT

This report describes a clinical restorative technique developed for posterior teeth, which aims to replace dental structure through a simplified and less sensible method. It proposes the insertion of fewer increments of composite resin according to natural anatomic and morphological tooth characteristics, providing predictability and enhancement for restorative results. Conventional composite resins are used for this technique, thus, the clinical success depends on the correct execution of the steps.

PURPOSE

Composite resins have been widely used for dental restorations through the last decades. Due to laboratorial development and clinical improvement, great mechanical and esthetic properties were reached. Shear and bond strength, viscosity, radiopacity, translucency were obtained.^{1,2} Moreover, aiming to mitigate polymerization shrinkage, diverse models of incremental techniques for composite fillings in posterior teeth were developed and published in the literature.^{3,4} The incremental oblique technique and, more recently, the bulk-fill one increment placement were proposed.

The operator skill is widely acknowledged as one of the main factors that influence in longevity and achievement of satisfactory clinical outcomes.⁵ Considering the importance of the adequate operative execution of dental restorations, the choice of a simplified and less sensible technique to the operator, leads to predictable results.

TECHNIQUE DESCRIPTION

Regarding the evaluation of necessity, the restorative procedure must be aligned to the treatment requirements of the tooth, being minimally invasive to the its structure.⁶ The description bellow specifically refers to the first mandibular molar, however the NE&DS can be applied for any posterior tooth, since the anatomy is conformed according to the chosen tooth. The technique must be performed through the following steps:

1. Dental cavity prepared to the restorative procedure (Figure 1);
2. Isolation of operative area with a dental dam sheet (Nic tone Rubber Dam; SC. Expert Tech Solutions S.R.L.; Bucharest; Romenia) and a young metallic arc;
3. Acid conditioning using Phosphoric Acid 37% (BM4 - Maringá, Brazil), during 30 seconds in enamel and 15 in dentin, followed by vigorous washing;
4. Adhesive system application (Clearfil SE Bond - Kuraray, New York, USA): Primer applied in dentin during 20 seconds, then dry the dentinal surface/Bond applied in dentin and enamel, light cured for 10 seconds;
5. Dentin single increment insertion, with a spatula, until complete substitution of the corresponding tissue (Z350 XT A3.5B; 3M ESPE; St. Paul, MN, USA). The composite must be settled on the cavity, aiming to adapt completely to it. The increment must remain one millimeter under the superficial cave angle. Then, the surface must be regularised and shaped concave toward the pulpar (buccal and lingual) surfaces, as it is observed in natural dentin anatomy (Figure 2). Following, it must be photo-cured for 40 seconds (Demi™Ultra Curing Light System; Kerr; Brea, CA, USA);
6. Enamel single increment inset (Z350 XT A2E; 3M ESPE; St. Paul, MN, USA) with a spatula extended over the superficial cave angle and the dental enamel structure. A mesial-distal sweep move must be performed aiming to remove resin surplusage, reducing substantially the requirement of occlusal adjustment (Figure 3). Then, the systematized

morphologic sculpture process begins, according to the division of the dental structure in the middle, by mesial-distal direction (Figure 4). The traces must be performed with a slim dental explorer. The lingual cusps must be divided by the groove generated from the pits, which must be deep enough to achieve the depth established by dentin layer. The groove must be rather superficial than the pits. Next, a "V" must be drawn in the center of the tooth, directed to the concavities that bound the mesial cusp. (Figure 5) The distal pit must be outlined in the middle of the imaginary line between the "V" superior extremity and the distal marginal crest. (Figure 6) The same procedure must be performed to draw the mesial pit, on the other half of the tooth surface. The main groove must be connected to the distal and mesial pits, forming the main groove, which must be drawn paracentrally to the tongue direction. The marginal crests must be conformed. (Figure 7) After that, with a fine brush (Fine Brush; KG Sorensen; Cotia, SP, Brazil) the central lobes are built at the top of cusps always compacting the sides to create volume. The increment must be light-cured for 40 seconds (Demi™Ultra Curing Light System; Kerr; Brea, CA, USA) and the restoration was concluded, as shown in Figure 8.

7. The light-curing characterization composites (FinalTouch Brown; Voco; Cuxhaven, LS, Germany) must be applied over the grooves, to seal them and create a natural aspect in the restoration. It must be photo-cured for 20 seconds;
8. Finishing must be executed with diamond burs HF257SPE-023 and HF364CE-023 (Cosmedent; Chicago, IL, USA), removing irregularities and levelling the cusps according to natural tooth morphology. The occlusal surface must be polished with a brush (Brush Upofix; Odontomega; Ribeirão Preto, SP, Brazil). After that, the buccal and lingual surfaces must be polished with FlexiCups (FlexiCups; Cosmedent; Chicago, IL, USA), while the occlusal surface and the tooth-restoration interface, with FlexiPoints (FlexiPoints; Cosmedent; Chicago, IL, USA).

POTENTIAL PROBLEMS

The potential problems of this technique might be associated to the polymerization shrinkage stress of composite resin and its consequences, such as enamel cracks and debonding around the restoration.⁴ Moreover, the restorative material choice and insertion technique, besides its light-activation protocol adequate execution, may influence directly in the clinical outcome.

SUMMARY OF ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

The NE&DS Technique presents as main advantage the simplification of the operative execution. The systematization of the steps favors the clinical practice through the improvement of predictability and technique sensibility minimization. Reducing the number of increments, it is possible to mitigate the voids incorporation and porosity.⁴ The principles of the technique can be applied for the restoration of any posterior tooth, with adjustment of individual dental anatomic features.

As a limitation, the reproducibility of the technique in deep cavities may be challenging, since it might reduce the composite degree of conversion. Besides that, the type of composite chosen for the technique and its composition might influence in the (mechanical and aesthetic) quality of the restoration. Also, a longer light-activation time would be required to complete the increments until complete photo-cure. Bond strength and polymerization shrinkage stress of NE&DS are being tested in vitro and are coming with promising results, although were not published yet.

REFERENCES

1. H.Y Wei S, L.K Tang E. Composite Resins: A Review Of The Types, Properties And Restoration Techniques. Ann Dent. 1994;
2. Ferracane JL. Resin composite - State of the art. Dent Mater. 2011;27(1):29–38.
3. Chandrasekhar V, Rudrapati L, Badami V, Tummala M. Incremental techniques in direct composite restoration. Journal of Conservative Dentistry. 2017.
4. Soares CJ, Faria-E-Silva AL, Rodrigues M de P, Fernandes Vilela AB, Pfeifer CS, Tantbirojn D, et al. Polymerization shrinkage stress of composite resins and resin cements - What do we need to know? Brazilian Oral Research. 2017.
5. Demarco FF, Corrêa MB, Cenci MS, Moraes RR, Opdam NJM. Longevity of posterior composite restorations: Not only a matter of materials. Dent Mater. 2012;28(1):87–101.
6. Ericson D, Kidd E, McComb D, Mjör I, Noack MJ. Minimally Invasive Dentistry-- concepts and techniques in cariology. Oral Health Prev Dent. 2003;

FIGURES

Figure 1: Dental cavity prepared for the restorative procedure.



Figure 2: Dentin increment inserted following the natural shape.

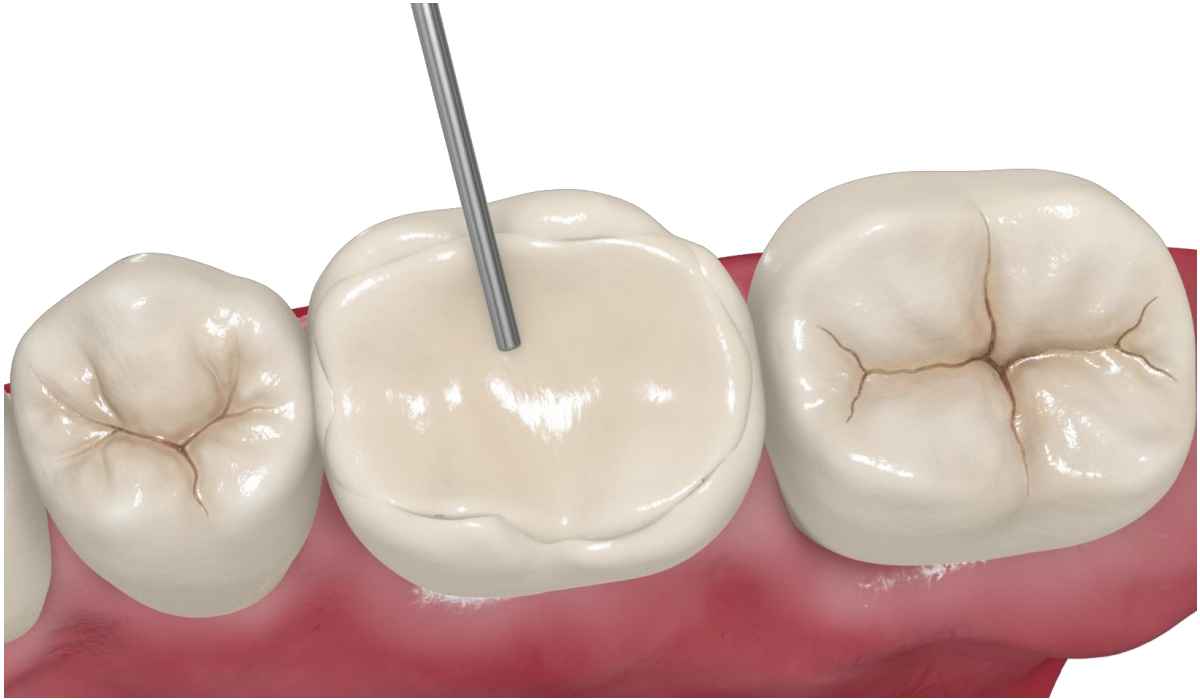


Figure 3: Enamel increment inserted and lateral sweep execution for resin excess removal.

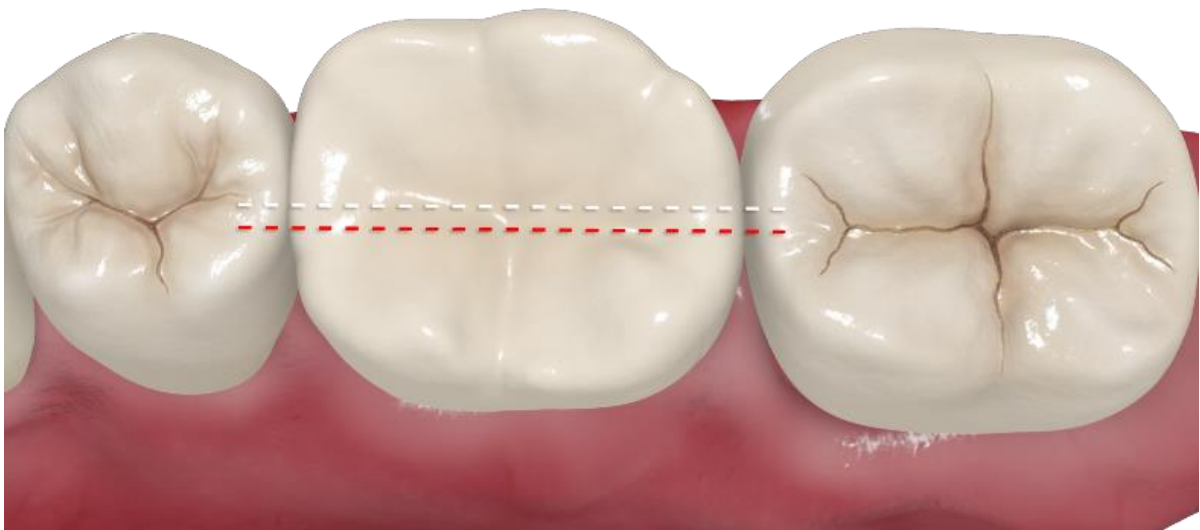


Figure 4: Imaginary line between mesial and distal surfaces to create the central pit.

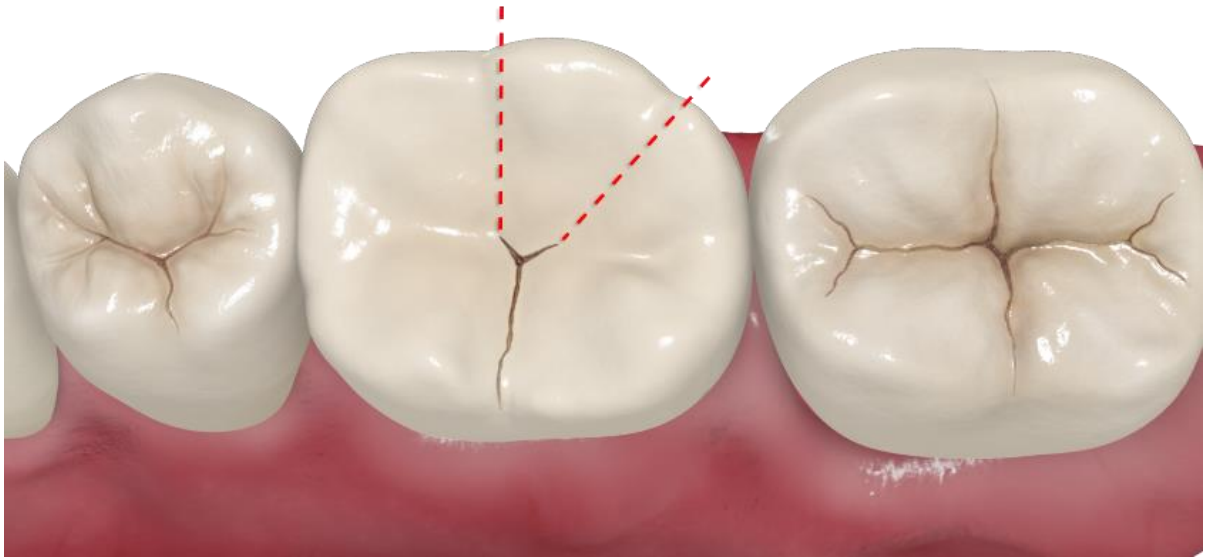


Figure 5: The central "V" drawing, guiding the lingual and buccal cusps grooves outlining.

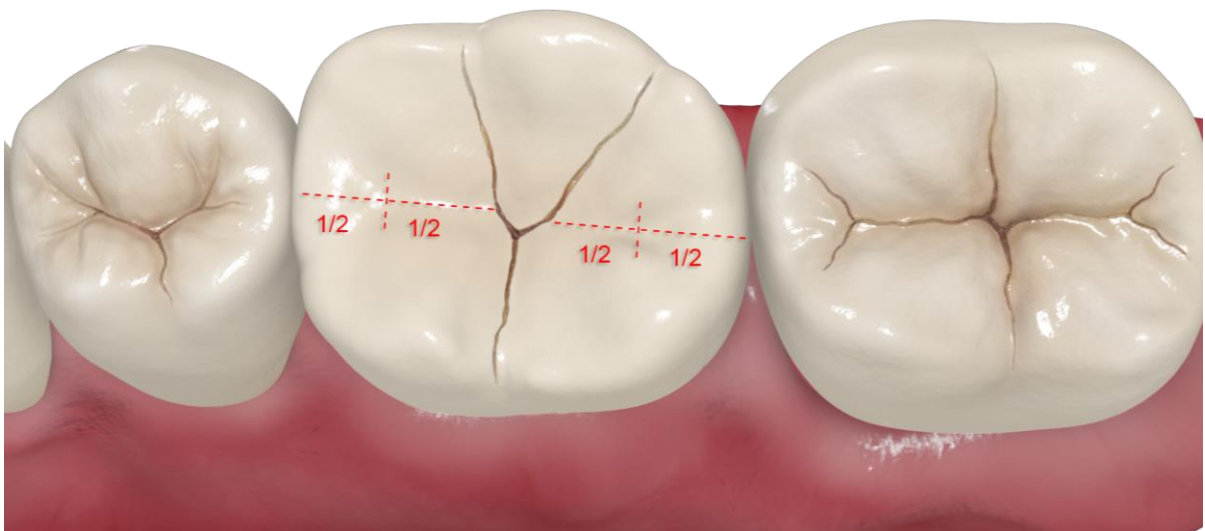


Figure 6: Imaginary line between the main groove and the mesial and distal surface, to create the marginal crests.



Figure 7: The marginal crests conformation.



Figure 8: Polymerized enamel increment, after colored characterization composite insertion within the pits and grooves.

3 Capítulo 2

Substituição Natural de Esmalte e Dentina: restauração simplificada de dentes posteriores. §

NE&DS - Natural Enamel & Dentine Substitution: simplified posterior composite restorations.

Luis Gustavo Barrote Albino*

Gustavo França Bertholdo de Souza**

Maximiliano Sérgio Cenci***

Giana da Silveira Lima****

* Cirurgião-dentista, Especialista em Dentística, Mestre em Dentística (UNG) e Doutorando em Materiais Odontológicos (UFPel).

** Cirurgião-dentista, Especialista em implantodontia e Dentística, Mestre em Prótese (UNINGA) e Doutorando em Materiais Odontológicos (UFPel).

*** Cirurgião-Dentista, Mestre em Dentística (UFPel), Doutor em Cariologia (UNICAMP), Professor da Faculdade de Odontologia e do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da UFPel.

**** Cirurgiã-Dentista, Mestre e Doutora em Dentística (UFPel), Professora da Faculdade de Odontologia e do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da UFPel

Endereço do autor principal:

Programa de Pós-Graduação em Odontologia da UFPel.

Faculdade de Odontologia.

Rua Gonçalves Chaves, 457. Sala 504. CEP: 96015-560 Pelotas-RS.

§Artigo publicado na revista Clínica¹

RESUMO

Este relato de caso clínico apresenta a realização de uma técnica restauradora simplificada para dentes posteriores, capaz de substituir a estrutura dentária perdida, com resinas compostas convencionais e pode auxiliar os cirurgiões dentistas em melhorarem seus resultados nas restaurações em dentes posteriores. A técnica proposta neste artigo, denominada Substituição Natural de Esmalte e Dentina (*Natural Enamel & Dentine Substitution – NE&DS*), propõe o uso de poucos incrementos de resina composta, e a substituição da dentina e do esmalte seguindo a anatomia e as características histomorfológicas do elemento dental, o que facilita não apenas os procedimentos operatórios envolvidos, mas também a obtenção de excelentes propriedades estéticas e funcionais.

Palavras-chave: restauração em dentes posteriores, resina composta, técnica incremental, técnica restauradora simplificada, dentística.

INTRODUÇÃO

O uso de resinas compostas para restaurar dentes posteriores de forma direta tem sido amplamente aceito e considerado tratamento padrão na literatura.² Atualmente este tipo de restauração apresenta boa taxa de sucesso, com taxas anuais de falha inferiores a 2% em pacientes com baixo risco de cárie, o que foi demonstrado em revisões sistemáticas.²⁻³ Estudos ilustram que esse tipo de restauração, mesmo envolvendo várias faces restauradas, pode facilmente ultrapassar 20 anos de durabilidade em boca.⁴⁻⁵ Esses estudos sugerem que as resinas compostas e sistemas adesivos atualmente em uso apresentam propriedades bastante adequadas, sendo que neste contexto diferentes materiais impactam pouco na longevidade final das restaurações,²⁻⁴ desde que materiais consolidados no mercado sejam utilizados. Nos últimos anos, maior atenção tem sido dada ao efeito de outros fatores associados ao paciente ou ao operador na longevidade das restaurações, pois esses parecem ser determinantes no sucesso de uma restauração.^{3,6}

Dentre os fatores que podem afetar o desempenho clínico de uma restauração, um dos que mais tem despertado interesse é o fator relacionado ao operador ou técnica operatória utilizada. Estudos recentes demonstram que, em um mesmo país, diferentes práticas odontológicas podem produzir resultados de durabilidade de restaurações bastante discrepantes,⁷ e isso pode ser explicado pela combinação de elementos como a experiência clínica dos dentistas, os critérios adotados para intervir em restaurações, ou ainda pela técnica restauradora utilizada. A técnica restauradora empregada para a restauração de dentes posteriores tem sido descrita como sensível aos potenciais erros cometidos pelos operadores. Assim, a proposição de uma técnica restauradora simplificada, capaz de substituir as estruturas dentárias com reprodutibilidade e com previsibilidade, pode auxiliar os cirurgiões dentistas em melhorarem seus resultados nas restaurações em dentes posteriores. A técnica proposta neste artigo, denominada Substituição Natural de Esmalte e Dentina (*Natural Enamel & Dentine*

Substitution – NE&DS), propõe o uso de poucos incrementos de resina composta, e a substituição da dentina e do esmalte seguindo a anatomia e as características histológicas do elemento dentário, o que facilita não apenas os procedimentos operatórios envolvidos, mas também a obtenção de excelentes propriedades óticas e funcionais.

REVISÃO DA LITERATURA

A técnica restauradora com compósitos sempre teve como um de seus intuitos controlar os problemas inerentes à contração de polimerização desses materiais,^{8,9} e as consequentes complicações clínicas decorrentes, como a sensibilidade pós-operatória e o comprometimento da estabilidade do selamento marginal das restaurações. Ao longo das últimas décadas, diversos métodos para controlar essa contração tem sido propostos, englobando o uso de diferentes materiais restauradores, técnicas de polimerização modificadas, e técnicas de inserção de compósitos nas cavidades.¹⁰⁻¹² Um dos métodos mais utilizados na prática clínica é o emprego de técnicas incrementais para inserção do material restaurador, considerada por muitos anos a técnica padrão-ouro para a inserção de compósitos nas cavidades. No entanto, o surgimento das resinas do tipo “bulk-fill” para preenchimento de grandes incrementos trouxe novas possibilidades para a técnica restauradora. Adicionalmente, estudos recentes demonstraram que o a técnica incremental, quando empregada com número excessivo de incrementos, pode aumentar o estresse na interface dente-restauração, quando comparada à utilização de incrementos maiores e ao uso de resinas “bulk-fill”.^{9, 13, 14} No entanto, as resinas do tipo “bulk-fill” apresentam algumas limitações de uso, como o alto escoamento e a maior dificuldade de escultura, além de apresentarem uma alta translucidez que pode em algumas situações, comprometer o aspecto de naturalidade da restauração. Assim, o uso de resinas compostas mais viscosas, e com profundidade de polimerização semelhante às resinas do tipo “bulk-fill”

poderiam ser empregadas em incrementos maiores na substituição da dentina, conseguindo aliar propriedades de manipulação e óticas superiores, sem comprometer a restauração final.

Os conceitos restauradores baseados na mimetização das estruturas dentárias naturais foram propostos recentemente,¹⁵⁻¹⁹ no entanto a maioria das técnicas propostas envolve uma certa complexidade de execução, empregando a combinação de diferentes tipos e cores de resinas compostas em aplicados em vários incrementos ou "passos clínicos". A utilização desses conceitos tem proporcionado uma melhora no resultado estético de restaurações, principalmente em dentes anteriores. No entanto, esses conceitos podem também ser aplicados para a restauração de dentes posteriores, aumentando a previsibilidade dos resultados tanto em termos de reprodução de propriedades óticas com naturalidade, mas sobretudo auxiliando na obtenção da correta anatomia oclusal.

RELATO DE CASO CLÍNICO

Este caso clínico apresenta a realização de uma técnica restauradora simplificada para dentes posteriores, quando comparada à técnica incremental oblíqua convencional (Figura 1A). Na técnica simplificada (Figura 1B) a resina composta é aplicada de maneira a substituir os tecidos perdidos, à semelhança das estruturas morfológicas pré-existentes no dente natural, considerando os tecidos: dentina e esmalte. A substituição do esmalte e da dentina é realizada em duas etapas, ou seja, apenas dois incrementos, conforme representação esquemática da figura 1B.

A paciente NCA, 20 anos de idade, apresentou como queixa principal, insatisfação estética com a restauração do dente 46, restaurado há 7 anos atrás. Segundo a paciente a restauração estava muito amarelada. Ao exame clínico foi observada uma restauração de resina composta no 46, que apresentava fenda marginal na interface entre a restauração e a parede vestibular da cavidade, mais precisamente na porção médio-vestibular (Figura 2). Considerando

os dados observados no exame clínico aliados à queixa da paciente, foi recomendada a substituição da restauração e proposta a realização de uma nova restauração de resina composta.

Foi realizado isolamento absoluto do campo operatório com dique de borracha Nic Tone® (SC. Expert Tech Solutions S.R.L.) e a restauração foi removida com auxílio de pontas diamantadas esféricas 1014 HL FG (KG Sorensen, Cotia, SP.) em caneta alta rotação extra torque 505c (Kavo). Foi removido tecido cariado da parede vestibular com broca carbide esférica n°3. Sequencialmente foi realizada a regularização da cavidade e do esmalte do ângulo cavo-superficial com ponta diamantada FF tronco-cônica de borda arredondada n°2131 (KG Sorensen) seguida de acabamento com broca multilaminada - H375R - 18 (Cosmedent). Finalizado o preparo, a cavidade foi lavada com jato ar-água, por 30 segundos e completamente seca. Foi realizado o protocolo adesivo (Figura 3), com utilização do sistema adesivo Clearfil SE Bond (Kuraray Medical, Osaka, Japão). Foi realizado o condicionamento ácido seletivo do esmalte por 30 segundos, seguido de lavagem com spray de ar-água por 30 segundos. A cavidade foi seca com discos de papel absorvente estéril. O *primer* autocondicionante foi aplicado ativamente em dentina, por 20 segundos, na sequência foi aplicado jato de ar por 10s para evaporação do solvente. Foi aplicado adesivo (*bond*) em toda a superfície a ser restaurada e a fotoativação foi realizada com LED (*light emitting diode*) Demi Plus (Kerr), com irradiância de 1100 mW/cm², durante 20 segundos.

Para a confecção da restauração foram utilizadas as resinas compostas para dentina Premisa (Kerr Corporation 1717 West Collins Avenue. Orange, CA 92867, U.S.A.). A sequência de aplicação da resina composta na cavidade do tipo classe I e a escultura dental foram realizadas com instrumentais (Carpe Dent Instrumentos Cirúrgicos, Ltda) e sistematizadas passo a passo no manequim odontológico P-Oclusal (Arcada superior P-Oclusal Produtos odontológicos Ltda. São Paulo - SP.), para ilustrar cada etapa da restauração, conforme pode ser observado na figura 4.

Passo a passo da técnica de restauração simplificada para dentes posteriores: Substituição Natural de Esmalte e Dentina.

Após a aplicação do sistema adesivo e sua fotoativação, a resina composta foi aplicada, conforme descrição abaixo:

Passo 1 - Aplicação do primeiro incremento de resina, para substituição completa da dentina (Premisa *Dentin* na cor A3,5; lot. 5372612. Item 32781). A acomodação da resina é realizada na parede de fundo da cavidade, com extensão do incremento até o limite amelo-dentinário, resultando em um incremento côncavo, que é fotoativado por 40 segundos.

Passo 2 - Aplicação do segundo incremento de resina composta para substituição do esmalte (Premisa *Enamel* na cor A2; lot. 5760508. Item 32779). A resina é adaptada, de modo a preencher completamente a cavidade. A escultura, se baseia na anatomia do remanescente dental, com apoio nas cúspides, em direção ao sulco central, para remoção dos excessos, marcação da fossa central, sulcos principais e sulcos secundários. A resina correspondente ao esmalte apresenta uma conformação final convexa. O acabamento da textura da superfície é refinado com auxílio de um pincel n° 0, na sequência é aplicado um pigmento nas fossas (opcional) e por ultimo realizada a fotoativação por 40 segundos, conforme recomendação do fabricante.

Após a remoção do isolamento absoluto foi realizada a avaliação oclusal, com auxílio de um papel articular (Bausch, BK 01 200µ 552539). Foi realizado ajuste oclusal, acabamento e polimento com broca multilaminada, 16 lâminas, (Edenta, ovóide, TC379.314.014) e na sequência uso de escova Upofix amarela (802259, Odontomega, Ribeirão Preto/SP) com pasta de polimento enamelize (Cosmedent, 415504, 401 N. Michigan Ave., Suite 2500, Chicago, IL 60611) em toda a superfície da restauração. Na figura 6 pode-se observar a restauração de resina composta do dente 46 finalizada, com características morfológicas muito semelhantes ao dente natural, após acabamento e polimento final.

DISCUSSÃO

O uso de resinas compostas para restaurações em dentes posteriores tem permitido a adoção de técnicas restauradoras minimamente invasivas, proporcionando a preservação das estruturas dentárias remanescentes. Atualmente, a posição da “Academy of Operative Dentistry European Section (AODES)” é de que restaurações de resina composta com adequadas propriedades e composição aderidas aos dentes devem ser consideradas a “opção de escolha” para restaurações diretas em dentes posteriores.²⁰ Adicionalmente, a AODES enfatiza a adoção de procedimentos minimamente invasivos, como o reparo e recontorno de restaurações, como alternativas para prolongar a longevidade destas restaurações e para preservar a estrutura dentária e a longevidade da própria dentição.

A principal preocupação em relação ao uso das resinas compostas em restaurações diretas tem sido no emprego de estratégias para diminuir os efeitos da contração de polimerização, e diversas recomendações têm sido propostas nesse sentido.²¹ No entanto, considerando a boa longevidade clínica que essas restaurações tem apresentado,^{2,4} pode-se dizer que a odontologia já superou esse problema. Entretanto, os efeitos de fatores associados ao paciente ou ao operador na longevidade das restaurações têm sido apontados como os maiores determinantes no sucesso de uma restauração.^{3,6} Nesse contexto, trabalhar dentro de uma perspectiva de tratamento integral, abordando a saúde do paciente e suas características de forma compreensiva, parece ser um aspecto mandatório em odontologia para que se possa assegurar a saúde bucal de nossos pacientes e a durabilidade de nossas restaurações. Pacientes com risco de cárie ou com disfunções oclusais tem risco aumentado de falhas de restaurações.^{2,22}

Para que o efeito do operador na longevidade das restaurações possa ser minimizado, além de um bom treinamento dos cirurgiões-dentistas quanto aos critérios de avaliação de restaurações e em relação aos procedimentos técnicos envolvidos na técnica

restauradora em si, a proposição e adoção de técnicas restauradoras simplificadas poderia ser uma boa alternativa para diminuir a sensibilidade técnica e as possibilidades de erros durante a confecção de restaurações. Adicionalmente, cada vez mais pacientes e profissionais buscam a reprodução de características de naturalidade nas restaurações, mesmo em dentes posteriores. A técnica restauradora apresentada nesse artigo é capaz de aliar previsibilidade funcional e estética e simplificação dos passos da técnica restauradora.

Estudos *in vitro* tem demonstrado o quanto a escolha de técnicas de inserção de resinas em cavidades pode influenciar nas características de restaurações em dentes posteriores, o que poderia afetar sua durabilidade.^{9,12,14,21} Neste contexto, o uso de incrementos maiores, com 2 mm aproximadamente, têm demonstrado melhores resultados do que o uso de múltiplos pequenos incrementos.²¹ Notadamente, o uso de resinas do tipo “bulk-fill” parece ser uma boa opção tanto para otimizar a técnica restauradora quanto para preservar as propriedades do conjunto dente-restauração. No entanto, a fluidez da maioria dessas resinas acaba limitando alguns aspectos da técnica restauradora, em especial a capacidade de moldar/esculpir a porção de dentina da restauração, essencial para que se consiga mimetizar a forma da porção da dentina artificial, característica natural dos dentes posteriores. A técnica NE&DS propões o uso de uma resina microhíbrida ou nanohíbrida de maior viscosidade e de baixa contração de polimerização para preenchimento da porção dentinária, permitindo assim a reprodução da posição da camada de dentina de acordo com os princípios de naturalidade (Figura 5A). Embora poucos estudos tenham sido realizados com esse tipo de preenchimento dentinário, resultados preliminares (dados não publicados) demonstram boa profundidade de polimerização (superior a 4 mm), bom grau de conversão (superior a 50%) e boa distribuição de tensões junto às paredes cavitárias com essa técnica restauradora simplificada. Adicionalmente,

temos dezenas de casos com mais de três anos de acompanhamento, apresentando ausência de sensibilidade pós-operatória e resultados clínicos excelentes.

Para a realização da técnica NE&DS propõe-se o preenchimento da porção de esmalte em incremento único, o qual é posteriormente dividido pela técnica de anatomização oclusal ilustrada na figura 4. Essa abordagem permite a realização de uma anatomia dental consistente, reprodutível, e de alta naturalidade, além de segurança em termos de contração de polimerização graças à divisão do incremento para anatomização e reprodução da cúspides, sulcos e fossas. O uso de técnicas restauradoras capazes de reproduzir as características naturais dos dentes já está consolidado na literatura, e pode ser aplicado para a técnica de restauração simplificada para dentes posteriores “NE&DS”.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O atual estado da arte dos materiais restauradores permite a realização de restaurações previsíveis e com alta durabilidade. No entanto, aspectos relacionados à técnica restauradora e às variações técnicas e tomadas de decisão do cirurgião-dentista são difíceis de controlar. O uso de uma técnica restauradora simplificada, baseada na substituição das estruturas naturais dos dentes, pode não apenas diminuir a sensibilidade técnica das restaurações de dentes posteriores como também proporcionar a obtenção de resultados mais previsíveis e de alta qualidade em termos funcionais e estéticos.

ABSTRACT

This case report presents a simplified technique for restoring posterior teeth, able to replace lost tooth structure with conventional composite resins. This new approach can help dentists to improve their clinical results in restorations in posterior teeth. The technique proposed in this article "Natural Enamel & Dentine Substitution - NE&DS" proposes the use of few increments of composite resin, and replacement of dentin and enamel following the anatomic and histomorphologic characteristics of the tooth, that not only facilitates the operator procedures involved, but also is able to promote excellent esthetic and functional properties.

Keywords: posterior teeth restoration, composite resin, incremental technique, simplified restorative technique, operative dentistry.

REFERÊNCIAS

1. Albino, LGB, Souza, GFB, Cenci, MS, Lima, GS. Substituição Natural de Esmalte e Dentina: Restauração Simplificada de Dentes Posteriores. *Clínica - Int J Brazilian Dent*. 2016;12(4):236-41.
 2. Opdam NJ, van de Sande FH, Bronkhorst E, Cenci MS, Bottenberg P, Pallesen U, et al. Longevity of posterior composite restorations: a systematic review and meta-analysis. *J Dent Res*. 2014;93(10):943-9.
 3. Demarco FF, Correa MB, Cenci MS, Moraes RR, Opdam NJ. Longevity of posterior composite restorations: not only a matter of materials. *Dent Mater*. 2012;28(1):87-101.
 4. Da Rosa Rodolpho PA, Donassollo TA, Cenci MS, Loguercio AD, Moraes RR, Bronkhorst EM, et al. 22-Year clinical evaluation of the performance of two posterior composites with different filler characteristics. *Dent Mater*. 2011;27(10):955-63.
 5. Pallesen U, van Dijken JW. A randomized controlled 27 years follow up of three resin composites in Class II restorations. *J Dent*. 2015;43(12):1547-58.
 6. van de Sande FH, Rodolpho PA, Basso GR, Patias R, da Rosa QF, Demarco FF, et al. 18-year survival of posterior composite resin restorations with and without glass ionomer cement as base. *Dent Mater*. 2015;31(6):669-75.
 7. Laske M, Opdam NJ, Bronkhorst EM, Braspenning JC, Huysmans MC. Longevity of direct restorations in Dutch dental practices. Descriptive study out of a practice based research network. *J Dent*. 2016;46:12-7.
- 35
8. Mantri SP, Mantri SS. Management of shrinkage stresses in direct restorative light-cured composites: a review. *J Esthet Restor Dent*. 2013;25(5):305-13.

9. Rosatto CM, Bicalho AA, Verissimo C, Braganca GF, Rodrigues MP, Tantbirojn D, et al. Mechanical properties, shrinkage stress, cuspal strain and fracture resistance of molars restored with bulk-fill composites and incremental filling technique. *J Dent*. 2015;43(12):1519-28.
10. Carvalho RM, Pereira JC, Yoshiyama M, Pashley DH. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. *Oper Dent*. 1996;21(1):17-24.
11. Braga RR, Ferracane JL. Alternatives in polymerization contraction stress management. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2004;15(3):176-84.
12. Kaisarly D, Gezawi ME. Polymerization shrinkage assessment of dental resin composites: a literature review. *Odontology*. 2016.
13. Soares CJ, Bicalho AA, Tantbirojn D, Versluis A. Polymerization shrinkage stresses in a premolar restored with different composite resins and different incremental techniques. *J Adhes Dent*. 2013;15(4):341-50.
14. Bicalho AA, Pereira RD, Zanatta RF, Franco SD, Tantbirojn D, Versluis A, et al. Incremental filling technique and composite material--part I: cuspal deformation, bond strength, and physical properties. *Oper Dent*. 2014;39(2):E71-82.
15. Ardu S, Krejci I. Biomimetic direct composite stratification technique for the restoration of anterior teeth. *Quintessence Int*. 2006;37(3):167-74.
16. Dietschi D, Ardu S, Krejci I. A new shading concept based on natural tooth color applied to direct composite restorations. *Quintessence Int*. 2006;37(2):91-102.
17. Dietschi D. Optimising aesthetics and facilitating clinical application of free-hand bonding using the 'natural layering concept'. *Br Dent J*. 2008;204(4):181-5.

36

18. Bazos P, Magne P. Bio-emulation: biomimetically emulating nature utilizing a histologic-anatomic approach; structural analysis. *Eur J Esthet Dent*. 2011;6(1):8-19.

19. Bazos P, Magne P. Bio-Emulation: biomimetically emulating nature utilizing a histoanatomic approach; visual synthesis. *Int J Esthet Dent*. 2014;9(3):330-52.
20. Lynch CD, McConnell RJ, Wilson NH. Posterior composites: the future for restoring posterior teeth? *Prim Dent J*. 2014;3(2):49-53.
21. Bicalho AA, de Souza SJ, de Rosatto CM, Tantbirojn D, Versluis A, Soares CJ. Effect of temperature and humidity on post-gel shrinkage, cusp deformation, bond strength and shrinkage stress - Construction of a chamber to simulate the oral environment. *Dent Mater*. 2015;31(12):1523-32.
22. van de Sande FH, Opdam NJ, Truin GJ, Bronkhorst EM, de Soet JJ, Cenci MS, et al. The influence of different restorative materials on secondary caries development in situ. *J Dent*. 2014;42(9):1171-7.

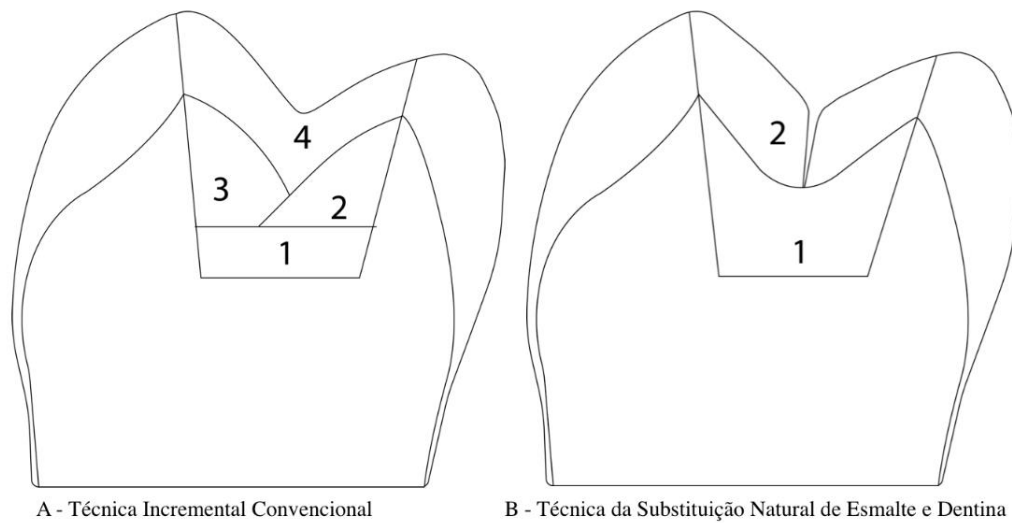
FIGURAS

Figura 1. Representação esquemática de elemento dental com cavidade (tipo Classe I) restaurada com resina composta. As porções identificadas numericamente (de 1 a 4), representam cada incremento de resina composta inserido até o preenchimento completo da cavidade, de acordo com a técnica empregada: A - Técnica Incremental oblíqua e B - Técnica da Substituição Natural de Esmalte e Dentina (NE&DS).



Figura 2. Aspecto clínico inicial, restauração de resina composta no dente 46, com presença fenda marginal perceptível à sondagem e relato de insatisfação estética pela paciente, que considerava a restauração muito amarelada e diferente da cor do dente natural.



Figura 3. Realização do protocolo adesivo, empregando condicionamento com gel de ácido fosfórico a 37%, seletivo em esmalte (fig. 3A). Aspecto após a lavagem e secagem da superfície dental (fig. 3B) e na sequência o aspecto final após aplicação do sistema adesivo Clearfil SE Bond, *primer* autocondicionante em dentina ativamente, seguido da aplicação do adesivo (*bond*) em toda a superfície a ser restaurada e fotoativação por 20s (fig. 3C).

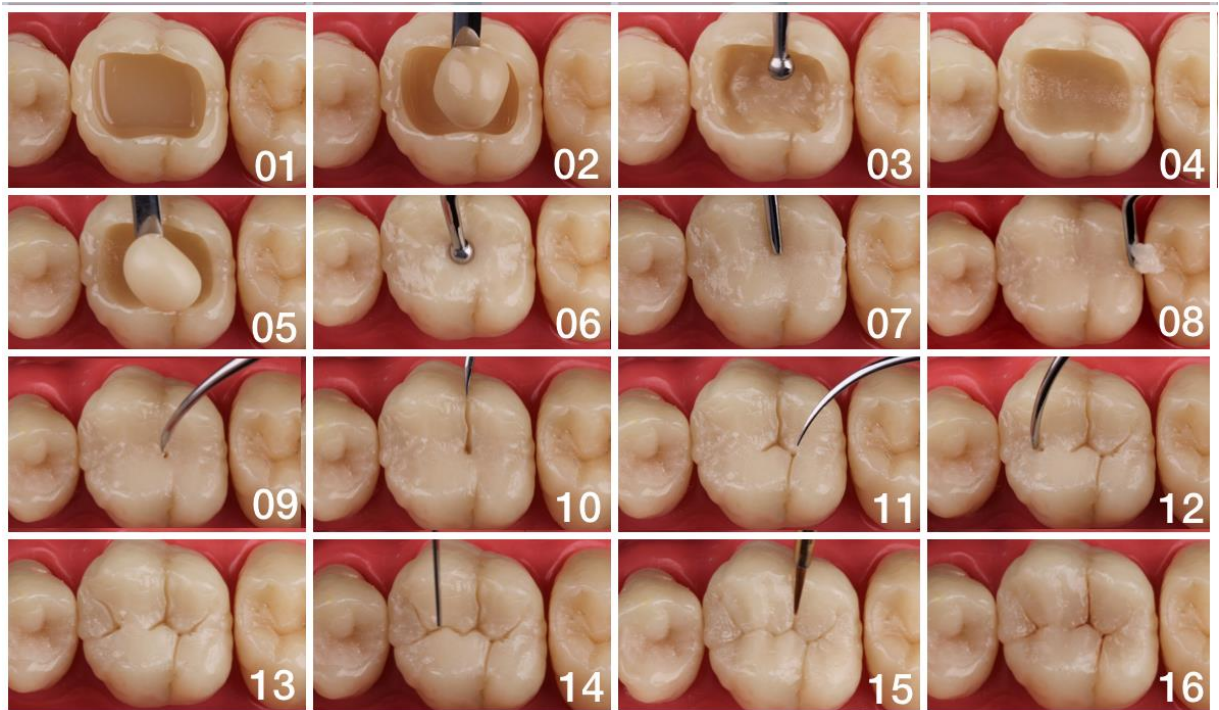


Figura 4. 01- Cavidade do tipo classe I preparada para a restauração. 02 - Aplicação do primeiro incremento de resina, referente à dentina (cor A3,5); 03 - Acomodação da resina na parede de fundo da cavidade. 04 - Resina correspondente à dentina disposta em formato côncavo fotoativada; 05 - Aplicação da resina correspondente ao esmalte (cor A2); 06 - Acomodação da resina para preenchimento completo da cavidade; 07 - Início da escultura; 08 - Remoção dos excessos; 09 - Marcação da fossa central; 10 - Delimitação do sulco ocluso-vestibular; 11- Delimitação do sulco transversal da crista oblíqua e do sulco oblíquo-distal; 12 - Delimitação do sulco central; 13 - Marcação da fossa triangular mesial; 14 - Delimitação da crista triangular; 15 - Alisamento e refinamento da escultura com pincel n° 0; 16 - Aplicação de pigmento nas fossas central, distal e medial e fotoativação.

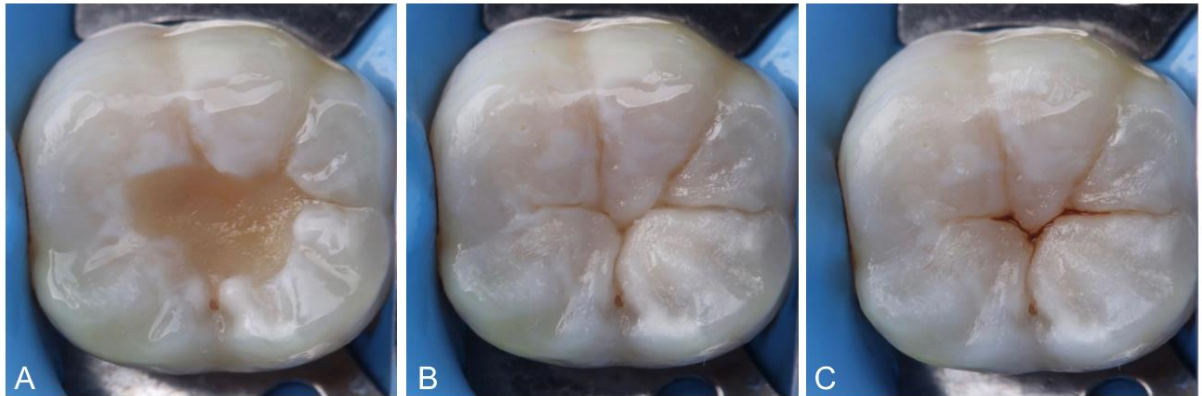


Figura 5. Restauração de resina composta realizada na paciente, com aplicação de apenas dois incrementos. Primeiro um incremento de resina de dentina na cor A3,5 substituindo a dentina perdida (fig. 5A), aplicado e conformado em formato côncavo. Após foi inserido um incremento de resina de esmalte na cor A2 (fig. 5B), substituindo o esmalte perdido, com realização do detalhamento da escultura, delimitação de sulcos, fossas e cristas, aplicação de pigmento kolor + plus (23396, Brown, Kerr Corporation, 1717 West Collins, Orange, CA 92867), conforme fig. 5C e finalização com a fotoativação por 40 segundos.



Figura 6. Aspecto clínico da restauração finalizada, imediatamente após remoção do isolamento absoluto e ajuste oclusal.

4 Capítulo 3

Utilizando a técnica de substituição natural do esmalte e dentina para restaurações indiretas em dentes posteriores. §

Using Natural Enamel Dentin Substitution (NE&DS) technique for indirect restorations in posterior teeth.

Luis Gustavo Barrote Albino *

Mario Gunther Junior **

Gustavo França Bertholdo de Souza***

Giana da Silveira Lima ****

* Cirurgião-dentista, Especialista em Dentística, Mestre em Dentística (UNG) e Doutorando em Materiais Odontológicos (UFPel).

** Cirurgião-dentista graduado pela Universidade Guarulhos (UNG), Prof. Assistente do curso de Odontologia Estética Avançada do Ateliê Odontológico Prof. Luís Gustavo.

*** Cirurgião-dentista, Especialista em implantodontia e Dentística, Mestre em Prótese (UNINGA) e Doutorando em Materiais Odontológicos (UFPel).

**** Cirurgiã-Dentista, Mestre e Doutora em Dentística (UFPel), Professora da Faculdade de Odontologia e do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da UFPel

Endereço do autor principal:

Programa de Pós-Graduação em Odontologia da UFPel. Faculdade de Odontologia.

Rua Gonçalves Chaves, 457. Sala 504. CEP: 96015-560 Pelotas-RS.

§Artigo publicado na revista Clínica.¹

SIGNIFICADO CLÍNICO

Resinas compostas aplicadas em restaurações diretas ou indiretas em dentes posteriores apresenta um bom desempenho e boa longevidade clínica.² Restaurações indiretas atualmente deixaram de ser sinônimo de procedimentos invasivos, representam uma técnica extremamente versátil e aplicável em vários casos clínicos, além de apresentarem resultado comparável aos obtidos com as restaurações diretas.³⁻⁵ A técnica restauradora indireta proposta neste estudo é denominada Substituição Natural de Esmalte e Dentina e propõe o uso de apenas dois incrementos de resina composta para restaurações de cavidades do tipo classe I em dentes posteriores. Assim, para a substituição da dentina é utilizado 1 incremento aplicado e conformado com desenho côncavo. Outro incremento de resina para restaurar o esmalte, em formato convexo, reproduzindo as características morfológicas internas e externas da estrutura dental perdida. Tais procedimentos, facilitam uma sequência operatória, resultando em excelentes propriedades funcionais e estéticas.

O uso da técnica restauradora simplificada *NE&DS*,⁶ apresenta uma sistematização dos passos, conforme mostrado nas figuras. Esta técnica de restauração indireta, emprega o preparo dental restrito à remoção do tecido cariado infectado, seguido da aplicação de sistema adesivo e aplicação de resina fluída para otimização do desenho cavitário, como processo de bio-substituição à dentina e regularização da cavidade. Restaurações com resinas compostas indiretas permitem ao operador uma maior comodidade para a execução da restauração, com visão direta e aproximada no modelo, facilitando a reprodução detalhada da anatomia e adaptação das margens da restauração à cavidade. As restaurações indiretas podem ser fotoativadas adicionalmente, favorecendo a polimerização da resina de maneira mais uniforme nas diferentes áreas.⁵ A realização desta técnica restauradora indireta simplificada para dentes posteriores, proporciona conforto para o paciente reduzindo o seu tempo de cadeira. Permite, substituir a estrutura dentária perdida, com resinas compostas convencionais disponíveis no

consultório. Adicionalmente o uso desta técnica pode auxiliar os cirurgiões dentistas na obtenção de melhores contatos proximais, bem como na manutenção da escultura oclusal, uma vez que os ajustes podem ser feitos com maior controle no laboratório e apenas conferidos e na sessão de cimentação. A técnica *NE&DS* pode ainda ser aplicada para restauração de vários dentes, permitindo abordagem restauradora por hemi-arco para reabilitações mais complexas, envolvendo estabilização oclusal, aumento de dimensão vertical ou com necessidades restauradora com *onlays* e *overlays*.

REFERÊNCIAS

1. Albino LGB, Junior MG, Souza GFB, Lima G da S. Utilizando a técnica de substituição natural do esmalte e dentina para restaurações indiretas em dentes posteriores. *Clínica - Int J Brazilian Dent*. 2017;13(4):402–11.
2. Angeletaki F, Gkogkos A, Papazoglou E, Kloukos D. Direct versus indirect inlay/onlay composite restorations in posterior teeth. A systematic review and meta-analysis. *J Dent [Internet]*. 2016;53:12–21. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2016.07.011>
3. Fennis WM, Kuijs RH, Roeters FJ, Creugers NH, Kreulen CM. Randomized control trial of composite cuspal restorations: Five-year results. *J Dent Res*. 2014;
4. da Veiga AMA, Cunha AC, Ferreira DMTP, da Silva Fidalgo TK, Chianca TK, Reis KR, et al. Longevity of direct and indirect resin composite restorations in permanent posterior teeth: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*. 2016.
5. Ritter A V, Fahl N, Vargas M, Maia RR. The Direct-Indirect Technique for Composite Restorations Revisited. *Compend Contin Educ Dent*. 2017;
6. Albino LGB, Souza GFB, Cenci MS, Lima G da S. Substituição Natural de Esmalte e Dentina : Restauração Simplificada de Dentes Posteriores. 2016;236–41.

FIGURAS

Figura 1. Fotografia Inicial das arcadas superior e inferior. Paciente apresentou queixa principal de sensibilidade à mastigação nos dentes 26 e 46, além de impactação de alimentos entre os dentes.



Figura 2. No exame radiográfico interproximal da região de pré-molares e molares foram diagnosticados alguns dentes com atividade de cárie e ausência de contato proximal em algumas restaurações.



Figura 3. Foi realizada a intervenção por hemiarco e foram confeccionadas restaurações indiretas de resina composta. Assim, foram removidos todos os materiais restauradores e tecido cariado superficial. Os preparos foram realizados com uma ponta troncocônica arredondada, objetivando ângulos internos arredondados. Os dentes foram hibridizados e na sequência foi realizada bio substituição com resina composta fluida para preenchimento de áreas retentivas e finalização do preparo.



Figura 4. A etapa 1 foi finalizada com a moldagem dos dentes preparados, para envio ao laboratório para confecção dos modelos troquelizados. Foi utilizado silicone de adição como material de moldagem por ser mais preciso e estável. Foi empregada a técnica de duplo passo com alívio. Primeiro foi realizada a moldagem com material pesado, depois removidas as áreas retentivas com uma lâmina de bisturi n° 15 e com uma fresa foi realizado alívio por toda a parte interna do molde. Na sequência foi colocado o material leve e levado em posição na cavidade oral.

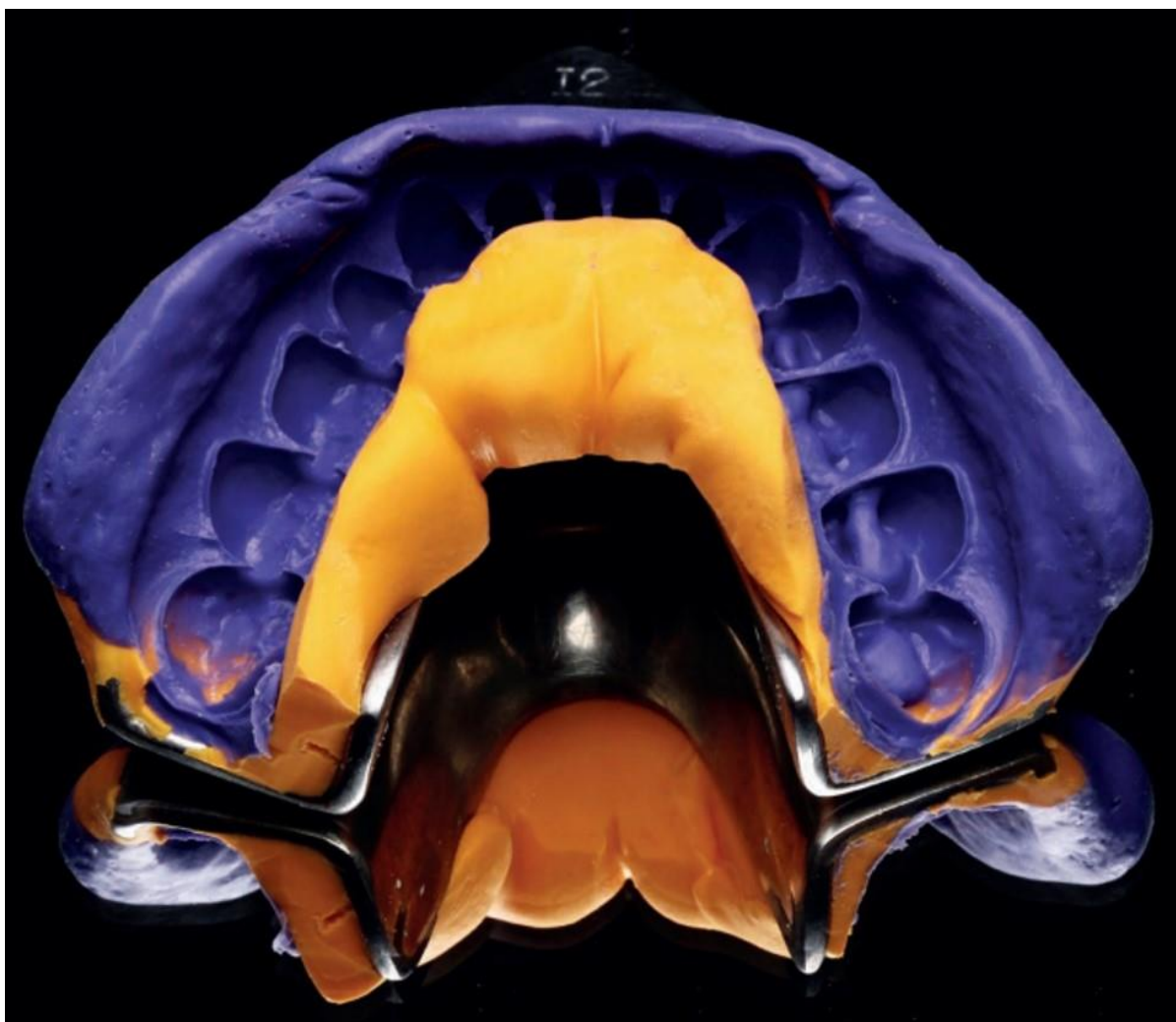


Figura 5. Detalhamento dos preparos após a finalização da moldagem com material leve.

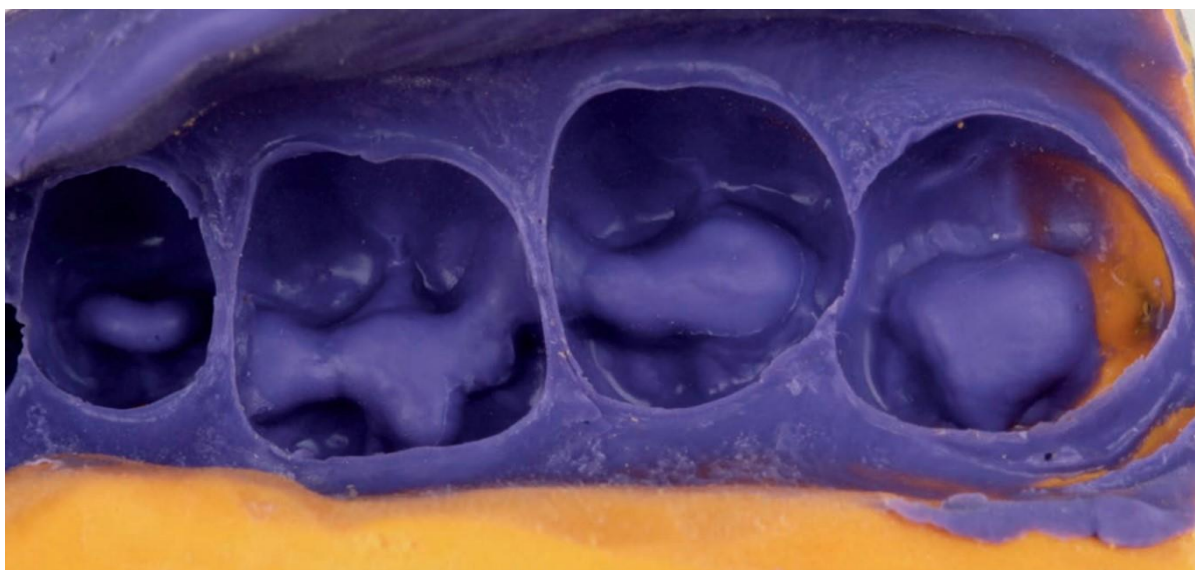


Figura 6. Visão aproximada do molde de silicone de adição.



Figura 7. Foi realizada a moldagem do antagonista com alginato e obtenção do modelo de gesso. Adicionalmente foi confeccionado um registro de mordida, para orientar o laboratório na montagem dos modelos em relação cêntrica.



Figura 8. A etapa 2 é iniciada com o isolamento da porção interna das cavidades, com uma fina camada de cera.



Figura 9. A restauração foi iniciada pela confecção de todas as paredes proximais, com um único incremento de resina de esmalte, para cada face e sua fotoativação por 60 s, com máxima proximidade da ponta do aparelho fotoativador à resina composta. Em seguida foi aplicada uma resina fluida na parede pulpar, favorecendo a união com a resina das faces proximais e evitando que se desprendessem do modelo de gesso.



Figura 10. Foi adicionado um único incremento de resina de dentina hipercromática DA4, reproduzindo a morfologia interna da dentina (formato côncavo), como preconizado na técnica restauradora Natural Enamel and Dentin Substitution e a fotoativação realizada por mais 60 s.



Figura 11. O processo restaurador foi finalizado com um único incremento de resina de esmalte, selecionado de acordo com a cor do esmalte do paciente, nesse caso A2. A escultura foi realizada de forma sistematizada como na técnica restauradora Natural Enamel and Dentin Substitution, e devolvida a morfologia oclusal de cada agrupamento.



Figura 12. Aplicação de pequena quantidade de pigmentos nos sulcos principais.



Figura 13. Como os modelos foram articulados em relação cêntrica fixa, foi possível otimizar o tempo clínico empregado para ajuste oclusal, além de permitir a manutenção da morfologia dental, com um ajuste prévio fora da cavidade oral. Finalizado o ajuste, cada troquel é imerso em água quente com o intuito de derreter a cera e remover as restaurações de maneira simples e fácil. Somente nas faces proximais é realizado um polimento com sequência de borrachas e carbeto de silício.



Figura 14. Todas as peças foram fixadas em um silicone de condensação laboratorial e após sua polimerização foi iniciado o tratamento delas, com jateamento com óxido de alumínio.

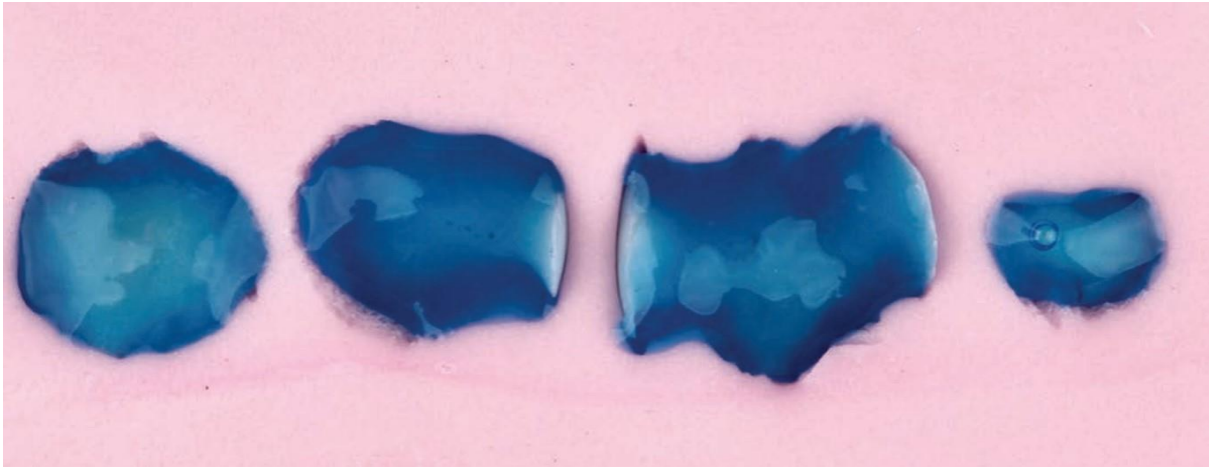


Figura 15. Aplicação de gel de ácido fosfórico, a 37% por 30 s.



Figura 16. Lavagem abundante das peças com spray de ar-água.



Figura 17. Aplicação do silano e secagem do solvente com secador por 30 s.



Figura 18. A terceira e última etapa foi iniciada com isolamento absoluto do campo operatório, de maneira a controlar a umidade do campo, para uma adequada cimentação das peças.



Figura 19. Preparo do substrato, com o condicionamento seletivo do esmalte com gel de ácido fosfórico por 30 s.



Figura 20. Substrato lavado e seco, aplicação do sistema adesivo autocondicionante de 2 passos e cimentação das peças em um processo sequencial, do pré-molar aos molares.



Figura 21. Aspecto final após a cimentação.



Figura 22. Aspecto final após ajuste oclusal, preservada toda a morfologia das restaurações realizadas em laboratório.



Figura 23. Acompanhamento de 6 meses das restaurações, aspecto final da reabilitação da maxila e mandíbula com restabelecimento da função e da saúde.

5 Capítulo 4

Performance and biomechanical behavior of complex restorations with a new simplified restorative technique: an in vitro study.§

Short title: Biomechanical behavior of simplified restorative techniques.

L.G.B. Albino^a, P.O. Boeira^a, L.R.S. Oliveira^b, M.S. Cenci^a, C.J. Soares^b, G.S. Lima^a

Department and institutions

^(a) Graduate Program in Dentistry, Federal University of Pelotas, Pelotas, RS, Brazil.

^(b) Department of Operative Dentistry and Dental Materials, Dental School, Federal University of Uberlândia, Uberlândia, MG, Brazil.

Corresponding Author:

Giana da Silveira Lima.

Federal University of Pelotas

School of Dentistry - 504 room,

457, Gonçalves Chaves St.

Zip Code 96015560.

Pelotas, Brazil.

E-mail: gianalima@gmail.com

§Artigo formatado segundo as normas do *Journal of Dentistry*.

(<https://www.thejpd.org>)

Performance and biomechanical behavior of complex restorations with a new simplified restorative technique: an in vitro study.

ABSTRACT

Objectives: Evaluated the performance and biomechanical behavior of complex posterior restorations using different restorative techniques, with composite resin.

Methods: In forty extracted human molars teeth were prepared cavities and performed restorations. The incremental filling technique (IFT), Natural Enamel & Dentin Substitution technique (NE&DS), bulk-fill filling technique and incremental simplify filling technique (IST), were evaluated biomechanical behavior, such as microtensile bond strength, mechanical cycling, cuspal strain, enamel crack tracking detection, radiodensity and finite element analysis. The physical-chemical of composite resins X-tra Fill, Filtek Z350 XT were evaluated through the kinetics of polymerization, depth of cure, diametral tensile strength and compressive strength.

Results: Degree of conversion of composite X-tra fil was $35.2\% \pm 5.4$ and Filtek Z350 XT $29\% \pm 4.1$; depth of cure X-tra fil 9.2 ± 0.2 ; diametral tensile strength (MPa) was 45.9 ± 5.3 , compressive strength (MPa) 266.3 ± 24.9 and elastic modulus (GPa) 5.6 ± 0.2 . In the performance of the restorations, the simplification of the technique did not interfere in the biomechanical properties. The cusp strain test showed statistical difference between the groups, the IFT technique obtained a high value of 339.0 (75.2) during the restorative technique compared to the other groups. Load test of 100N to the NE&DS 29.2 (5.0) cusp starin was lower, compared to the other groups, whereas the IST 839.6 (133.2) had less cusp deformation compared to the other techniques during fracture resistance.

Conclusion: The filling restorative techniques NE&DS and IST were able to decrease cuspal strain, without significantly impairing the mechanical strength of restorations.

Keywords: Dental Cavity Preparation; Cuspal Strain; Dental Restoration, Permanent; Dental Permanent Fillings; Dentistry, Operative.

Clinical significance. The simplified restorative techniques cause lower cuspal strain than incremental filling, due to lower stress on the restored tooth. Biomechanical properties as compressive, microtensile bond strength and diametral tensile strength did not interfere with restorations' performance. Therefore, simplified techniques can be considered as an alternative without compromising mechanical properties.

INTRODUCTION

Since the development of adhesive dentistry, great advances in restorative dentistry have been achieved associated with the preservation of the dental structure. Direct restorations of composite resin on posterior teeth demonstrate acceptable clinical survival showed in clinical studies for up to 22 years (1). This material is considered the gold standard for direct restorations in posterior teeth. However, some techniques still result in undesirable consequences for patients such as postoperative sensitivity, fractures of the dental structure and marginal staining of the restorations (2, 3). Although there have been great improvements in the properties of composite resins, the success of the restoration is an operator-dependent outcome. The main reasons for the clinical failure of direct resin composite restorations in posterior teeth over time are secondary caries and restoration fractures (4).

The polymerization shrinkage stress of composite resins may result in several clinical consequences, such as enamel crack propagation, cusp deflection, marginal and internal gaps. To reduce the polymerization shrinkage stress, the incremental technique of the resin composites has been recommended for decades. However, recent studies showed that fewer increments reduce the polymerization shrink stress (5). An earlier simplified technique was introduced with the purpose of reproducing the interface between dental materials and natural anatomic tooth structures (6). Such as the sigmoid curve distribution (convex enamel/concave dentin), the distinction between dentin-enamel junction and dentin-enamel complex and the structural significance of dentin-enamel complex preservation. The simpling of technique has been improved, recently, a new concept of the technique was introduced for cavity restoration in posterior teeth, using only two increments insertion, one for dentin and another for

enamel, making it known as Natural Enamel & Dentin Substitution technique (NE&DS) (7).

Even following a standardized protocol, that aims the control of factors such as polymerization shrinkage and technique sensitivity, there are still limitations that can prejudice clinical success. Although the restorative approach seems safe, alternatives that simplify the restorative technique are desired. The objective of this study was to evaluate the performance and biomechanical behavior of complex posterior restorations using different restorative techniques, with composite resin. The hypothesis tested is that the *Natural Enamel & Dentin Substitution technique* (NE&DS) has a similar performance to the conventional incremental technique in composite resin restorations.

METHODS

Study design

The physical-chemical behavior of composite resins X-tra Fill (VOCO GmbH, Cuxhaven, Lower Saxony, Germany), Filtek Z350 XT (3M Espe, St. Paul, Minnesota, United States) were evaluated through the kinetics of polymerization, depth of cure, diametral tensile strength and compressive strength.

The incremental filling technique (IFT), *Natural Enamel & Dentin Substitution technique* (NE&DS), bulk-fill filling technique and incremental simplify filling technique (IST), were evaluated regarding biomechanical behavior, such as microtensile bond strength, mechanical cycling to fatigue aging, cuspal strain, enamel crack detection and tracking, radiodensity of tooth restorations and finite element analysis.

Physical-chemical characterization of composite resins

Kinetics of polymerization evaluated by RT-FTIR spectroscopy

The degree of conversion and polymerization rate of the composite resins were evaluated in real time, using Fourier-transform infrared spectroscopy with a spectrometer (RT-FTIR, Shimadzu Prestige 21 spectrometer, Shimadzu, Japan) equipped with an attenuated total reflectance device. The reflectance device was composed of a diamond crystal with a 45° mirror angle (PIKE Technologies, Madison, WI, USA). The IRSolution software package (Shimadzu, Columbia, MD, USA) was used in the monitoring scan mode using Happ–Genzel apodization in the range of 1575–1675 cm^{-1} .

The sample was directly placed onto the diamond crystal and was light-activated for 20 s. The degree of conversion was calculated based on the intensity of the carbon–carbon double-bond stretching vibrations (peak height) at 1635 cm^{-1} and using the symmetric ring stretching at 1608 cm^{-1} from the polymerized and non-polymerized samples as an internal standard. Analyses were performed in triplicate ($n=3$). Data were plotted and curve fitting was applied using logistic non-linear regression. In addition, the polymerization rate (R_p (s^{-1})) was calculated as the degree of conversion at time t subtracted from the degree of conversion at time $t-1$. The coefficient of determination was greater than 0.98 for all curves (8, 9).

Depth of cure

A device with cylindrical hole, diameter 6 mm depth 18 mm was used to perform the analysis ($n=3$). Each material was inserted into the device, cured for 20s, the uncured material was removed. The polymerized portion was measured with a 0.01

mm precision digital caliper (Mitutoyo, Sul Americana Ltda, Brazil). The length measured represented the polymerization depth of each material tested (10-14).

Diametral tensile strength, compressive strength

The samples were prepared with diameter 8mm and 4mm thickness (N=10) for diametral tensile strength and for compressive strength 4mm and 8mm thickness (N=10). The test was performed according to the International Organization for Standardization (ISO) 9000:2000. An universal testing machine (EMIC DL2000, São José dos Pinhais, Paraná, Brasil) was used for tests at 0.5 mm / min speed with 100 Kgf load cell used to diametral tensile strength test and load 500 Kgf for compressive strength test (15, 16).

Performance of resin composite restorations in posterior teeth

Sample preparation

Forty extracted intact Caries-free human molars teeth were used (Ethics committee in human Research approval #3.023.569) were cleaned and had dimensions measured (crown and root) through a digital caliper (Mitutoyo, Kawasaki, Kanagawa, Japan) for calculating the standard cavities preparations. The mesio-occlusal-distal (MOD) cavities prepares with 4 mm depth were performed with a cavity preparation device (Mitutoyo Am. Corp., Ontario, Canada) and stored in distilled water 37° C. The teeth were included in a cylindrical device, polyether was placed in the root to simulate periodontal ligament and after that, filled with epoxy resin.

In the prep device, the quantity of vertical movement was controlled through a micrometer. The diamond bur was positioned on the occlusal surface of the teeth

following the pre-established distance of movements by longitudinal and transverse axis. The teeth prepare were performed with a high-speed handpiece (Kavo, Joinville, SC, Brazil) and a diamond burs (3146 KG Sorensen, SP, Brazil) (17).

Description of restorations technique

The teeth were cleaned and prophylaxis was performed with pumice stone and Robinson brush. The sample was randomized according to restoration technique groups. Thereafter, two strain gauges were bonded with cyanoacrylate-based adhesive (Super Bonder; Loctite, Itapeví, SP, Brazil) on the external surface of the buccal and lingual cusps and connected to extensometer device.

To perform the restoration techniques, the self-etch two steps adhesive (Clearfil SE Bond, Kuraray noritake dental inc., Chiyoda-ku, Tokyo, Japan) was used. First, the primer was applied in dentin and dried enamel, rubbing vigorously. Then, the solvent was removed with air at 20 seconds. Then, the bond was applied and photoactivated for 20 seconds with light curing unit (LCU) VALO Cordless (Ultradent Products Inc., South Jordan, Utah, United States). The restorations techniques previously described (5, 7, 17, 18) were performed according to Figure 1.

Microtensile Bond Strength Test

The standardized cavity preps and filling restorations were performed according to each group technique (n=5). The restored teeth were sectioned with a diamond disc at low speed (Isomet 5000, Buehler, Illinois, USA), perpendicular to the tooth-restoration interface, using a water-cooled diamond disc to obtain rectangular-shaped test specimens with a cross-sectional area of approximately 1mm².

The specimens (n=10) were obtained for each group (five teeth/group). Before performing the test, the cross-sectional area of each specimen was obtained by measurement with a digital caliper (Absolute Digimatic, Mitutoyo, Tokyo, Japan), then the specimens were fixed to the testing devices with cyanoacrylate-based adhesive (Super Bonder; Loctite, Itapeví, SP, Brazil). The samples were stored in water 37°C at 24h, the test specimens were submitted to the microtensile bond strength test in a universal test machine (Emic), and the data were obtained in MPa (19).

Mechanical cycling test

The restored tooth with different filling techniques (n=10) were subjected to stress mechanical after cuspal strain measurements, then chewing cycles were simulated to induce mechanical fatigue (Biocycle, Biopdi, São Paulo, SP, Brazil). The specimens were stored into water at a temperature of 37°C, and cycled 1.200.000 times from 0 to 50 N axial compressive loading with an 8 mm diameter stainless steel ball on the occlusal cusps with a 2 Hz frequency (15).

Cuspal strain during the restorative Technique

Two strain gauges were placed on the external surface of the buccal and lingual cusps, next to the class II MOD cavity base. Also, two strain gauges were fixed to another tooth with the same cavity preparation to compensate for temperature effects. The strain gauges were bonded with cyanoacrylate-based adhesive (Super Bonder; Loctite, Itapeví, SP, Brazil), and connected to a data acquisition device (ADS2000; Lynx, São Paulo, SP, Brazil).

Following the cavity preparation, the teeth were restored according to the filling technique and cured at 20s with LCu Valo cordless. A device was created to simulate

adjacent premolar and molar to allow interproximal contact during restoration. The cuspal strain was measured with strain gauges (PA-06-060CC-350L, Excel Sensores, Embú, SP, Brazil), which had an internal electrical resistance of 350 Ω , a gauge factor of 2.15, and a grid size of 21.02 mm². The cuspal strains were acquired at 4-Hz during the restoration procedures and continued for 5 minutes after curing the last increment (20, 21).

Cuspal strain during fracture procedure, fracture resistance, and fracture mode

To cuspal strain during fracture, an axial compressive loading was applied with a stainless steel sphere 8 mm in diameter, speed of 0.5 mm/min in a universal testing machine (DL2000; EMIC, São Jose dos Pinhais, PR, Brazil) with a 5000 N load cell. Strains were recorded under 100 N loading with strain gauges. The load required to cause fracture of specimens was recorded on a computer with control and data acquisition software (TESC; EMIC). Strains were also recorded at failure load.

The fracture modes of samples were evaluated by three calibrated appraisers and then ordered to one of four previously described categories (22): (I) fractures involving a small portion of the coronal tooth structure; (II) fractures involving a small portion of the coronal tooth structure, (III) fractures involving the tooth structure, cohesive or adhesive failure of the restoration, with root involvement that can be restored in association with periodontal surgery; (IV) severe root and crown fracture, which require extraction of the tooth (15, 20).

Enamel crack detection and tracking

The detection of enamel crack presence was evaluated in three steps to show a crack propagation in buccal and lingual cusps (15): before tooth cavity preparation;

after cavity preparation; and 24h after restoration. The images of the sample were captured at $\times 1.5$ magnification under standardized conditions (Nikon D60 and Nikkor 105 mm macro lens, Chiyoda, Tokyo, Japan) using transillumination LED light (Photonita, P1050, Florianópolis, SC, Brazil), with the optic fiber illuminator positioned on the occlusal surface of the tooth. The previous cracks were identified in order to distinguish from those created during composite polymerization and categorized as previously described (15): (I) no visible cracks, (II) visible cracks smaller than 3 mm, and (III) visible cracks larger than 3 mm figure 2.

Radiodensity of tooth restorations

The restorations (n=10) each group were placed into x-ray device to receive a three exposures for each sample). The samples were positioned over a phosphor plate, and the radiographic exposure was performed using the X-ray machine GE 1000 (General Electric, Milwaukee, WI, USA), exposing it for 0.4s at 70kV and 10mA. The focal spot to object distance was 50cm. The radiographs were shifted from the phosphor plate to the computer via a Digora scanner (Digora, Soredex, Helsinki, Finland). The radiodensity (in pixels) of the samples was determined with the resident software provided by the manufacturer. The Digora system has a Windows-based software, Digora for Windows 2.0, that is capable of measuring density curves of digital radiographies obtained by X-ray impregnation on the imaging phosphor plate.

Five measurement lines were defined following the order, two in the cavity wall, for mesial and distal surfaces, and three points at isthmus floor. All the measurements were standardized on the axial plane of teeth and restorative surfaces. Each digital image had its radiodensity measured on each measurement line, immediately after scanning, without any modification in contrast or brightness. The mouse cursor was

positioned under this measurement line on tooth structure or restorative material to obtain the radiodensity values for each sample, and the means of readings were calculated and used in further data analysis (23).

Finite element analysis

To calculate residual shrinkage stress in a tooth, a two-dimensional finite element simulation was carried. Mechanical properties of the tooth substrate and restorative materials were measured. The Knoop hardness method was used to determine the elastic modulus of resin-based materials.

Two-dimensional models were created for finite element analysis, simulating a model of a maxillary human first molar in occlusal antagonist contact, from a transverse cone-beam tomographic image of a patient with normal occlusion extracted from a bank of images. An occlusal cavity with 4 mm of depth was simulated. The coordinates and points of the structures were drawn using processing software (IMAGEJ, public domain, National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA) and were imported into a finite element analysis package (Marc & Mentat 2010.2 software, MSC, Santa Ana, CA, USA). Cube spline curves were then created through these coordinates to recreate the contours of the structures for the model (24).

Statistical analysis

The data obtained were submitted to analysis in the SigmaPlot | Systat Software, Inc, version 13. The variables were submitted a descriptive analysis, One-way analysis variance and post hoc test to degree of conversion, depth of cure, diametral tensile, compressive strength and radiodensity.

To the tests cuspal strain, fracture resistance were tested for normal distribution (Shapiro-Wilk, $p > 0.05$) and equality of variances (Levene's test), followed by parametric statistical tests. One-way analysis of variance was performed for cuspal strain. Multiple comparisons were made using Tukey's test. The failure mode and enamel cracks data were subjected to the Chi-square test. All tests employed $\alpha = 0.05$ significance level.

RESULTS

The synthesis of results among physical chemical properties of resin composites were summarized in table 1, showing mean and standard deviations of composite resins tested. There was no statistic significant difference found between degree of conversion (%) of the composite resins evaluated. The results showed that the X-tra fil $35.2\% \pm 5.4$ showed the highest value than the Z350 XT $29\% \pm 4.1$. Also in kinetics of polymerization of resin based showed figure 3, a high reactivity behavior was observed in composite resin X-tra fil.

The values in table 1, showed a significant difference between restorative materials X-tra fil composite presented: depth of cure (mm) 9.2 ± 0.2 ; high values of diametral tensile strength (MPa) 45.9 ± 5.3 ; compressive strength (MPa) 266.3 ± 24.9 and elastic modulus (GPa) 5.6 ± 0.2 . Meanwhile, Filtek Z350 XT showed lower values in mechanical properties.

Microtensile Bond Strength Test

Figure 4, shows microtensile bond strength and failure modes of filling restorations in human teeth. The groups with high values of microtensile strength in dentin were NE&DS and bulk fill technique. The failure modes according to which

restoration technique were to IFT 70% mixed, Bulk fill predominated 100% adhesive, NE&DS 60% adhesive and IFT 70% cohesive in material.

Cuspal strain

The Cusp strain test was performed during the filling technique. Each increment was photoactivated for 20 seconds. Loading was not applied during the procedure. Table 2 summarised results of cuspal strain.

The IFT technique had highest values statistically different to cuspal strain during filling technique than others techniques evaluated. There was no observed significant difference among lingual or buccal cuspal strain regarding filling technique. For Cuspal strain during fracture procedure at 100 N loading (mS), no significant difference among cuspal deformation at filling techniques. IFT showed a higher value of cuspal strain at 100 N loading than the others techniques, as shown in table 2.

The most frequent failures were fractures involving the tooth structure, cohesive and/or adhesive failure of the restoration, with root involvement that can be restored in association with periodontal surgery. The values of fracture resistance (N) according to the techniques were to IFT 1772.5 ± 412.4 , NE&DS 1289.1 ± 245.7 , Bulk fill 1756.9 ± 478.4 and, IST 1579.3 ± 394.9 . Fracture mode and fracture resistance were summarized in table 3.

Radiodensity of tooth restorations

Significant differences in radiodensity were found between and among the restorative materials. The radiodensity Δ variations showed higher values to Bulk fill technique 41.1 and lower values to IST technique 25.3. The radiodensity in groups according the material or tooth was similar, summarized in table 4.

Finite element analysis

To perform the finite elements analysis, the previously reported values (15, 20, 25-27) were used. The bulk fill and IFT techniques resulted in higher stresses than NE&DS technique. The IFT had higher critical von Mises stresses in the dentin and restoration, distributed mainly among the increments, while Bulk fill on interface dentin restoration. NE&DS showed less stress than other techniques, which was mainly found between composite dentin increment and enamel increment. Figures 5 and 6 summarized the results of finite elements analysis after filling techniques and during 100 N occlusal loading.

DISCUSSION

Recent studies have shown that one of the factors responsible for restorative failure is the technique sensitivity of the operator (4). However, efforts have been made by practical dentists to reduce steps in procedures, but there is no evidence in the literature to standardize a simplified technique yet. This study demonstrated that the NE&DS technique and IST are ways to simplify restorations through a systematic method, without impairing the physicochemical properties of restorations.

The depth of cure is an extremely important parameter to investigate about simplify the filling restorations to achieve final satisfactory restoration result according to the biological and functional aesthetic criteria (28). Decreasing the number of increments usually reduces the restore step, but in turn, increases the thickness of the increment. Although studies show that the cure depth is overestimated according to the recommendations of ISO 4049 (29), in this study the thickness required used to

perform the simplified techniques was much smaller than depth cure measured, thus giving a safety margin concerning use (30, 31). It is also important to point out that, with the technological advancement of high power light-curing devices it is possible to achieve a greater depth of cure (32-35). This was according to the results found in this study under the LCU used.

Adhesion is another outcome that should be considered, especially when it comes to simplifying techniques. This study showed that microtensile bond strength was increased at the adhesive interface between dentin and composite resin using NE&DS and Bulk fill techniques.

This agrees with another study that shows, the number of increments, technique filling, and materials affected the cuspal strain, microtensile bond strength, and mechanical properties of large Class II restorations (5). However, in recent literature a contrast with the results, no have a strong inference on the subject (19). More investigation should be conducted are strongly recommended about the adhesion and of simplified filling techniques.

The stress distribution is an extremely important factor for successful longevity of restorations, especially when large amounts of the dental structure have been removed, as the polymerization shrinkage factor intrinsic in the material can cause cracking or even fracture and as a result. Studies show that the configuration factor and the type of bulk-fill composite were found to have a great impact on bonding to cavity-bottom dentin (36), this is in agreement with the findings in these studies through finite elements. Depending on its location and extent, it may have irreversible damage (15). In this study, the same pattern of failure was observed in the dental remaining: fractures involving the tooth structure, cohesive and/or adhesive failures of the restoration, with root involvement that can be restored in association with periodontal

surgery (22). It was inferred that this happened because of the size and extent of cavity preparations.

In addition to cusp deformation, another extremely important factor in restorative success is the bonding interface between the dental substrate and the restorative material. Regardless of the restorative technique, the generated stresses were not able to interfere in the adhesion interface. Some previous studies showed that the polymerization shrinkage must be controlled by the size of increments, cavity factor, and photoactivation technique (27, 32, 37). The results of this study indicate that although some restorative techniques do not follow these recommendations, the amount of increment no affected the polymerization shrinkage, and further, showed a less concentrated stress distribution than the best-known technique among practical dentists and the literature.

The results of this study should not be extrapolated for clinical applications, but allow to better understand the chemical-physical behavior of dental materials used in different restorative techniques. It was shown that, regardless of the properties of the materials, the factor which had more differences in the mechanical performance of the restorations was restorative technique. Therefore, the hypothesis tested was confirmed. A limitation of this study was that the mechanical performance of restorations was evaluated in a controlled environment. Further studies should be conducted, especially clinical studies to evaluate the behavior and longevity of different restorative techniques.

CONCLUSION

The main outcomes of this study concluded that:

- The physico-chemical properties of the composites resins were not similar, but this did not influence the performance of the different restorative techniques.
- The restorative techniques NE&DS and IST were able to produce lower cuspal strain without significantly impairing the mechanical strength of the restorations.

ACKOWLEGMENTS

This research Sponsored by National Research Council - Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), (#141524/2018-9). The authors thanks for financial supporting.

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES). Thanks to the Lab CPBio biomechanics, biomaterials and biology research, for the technical support and Lab CDCBio biomaterials development and control center.

The authors declare no conflict of interest.

REFERENCES

1. Rodolpho PADR, Donassollo TA, Cenci MS, Loguércio AD, Moraes RR, Bronkhorst EM, et al. 22-Year clinical evaluation of the performance of two posterior composites with different filler characteristics. *Dental Materials* 2011;**27**(10):955-63.
2. Costa T, Rezende M, Sakamoto A, Bittencourt B, Dalzochio P, Loguercio A, et al. Influence of adhesive type and placement technique on postoperative sensitivity in posterior composite restorations. *Operative dentistry* 2017;**42**(2):143-54.
3. Ólafsson VG, Ritter AV, Swift Jr EJ, Boushell LW, Ko CC, Jackson GR, et al. Effect of composite type and placement technique on cuspal strain. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2018;**30**(1):30-38.
4. Demarco FF, Corrêa MB, Cenci MS, Moraes RR, Opdam NJ. Longevity of posterior composite restorations: not only a matter of materials. *Dental Materials* 2012;**28**(1):87-101.
5. Bicalho A, Pereira R, Zanatta R, Franco S, Tantbirojn D, Versluis A, et al. Incremental filling technique and composite material—Part I: Cuspal deformation, bond strength, and physical properties. *Operative dentistry* 2014;**39**(2):e71-e82.
6. Bazos P, Magne P. Bio-emulation: biomimetically emulating nature utilizing a histo-anatomic approach; structural analysis. *European Journal of Esthetic Dentistry* 2011;**6**(1).
7. Barrote LGA, Souza GFB, Cenci MS, Lima GS. Natural Enamel and Dentin Substitution: Simplified Restoration of Posterior Teeth. *Clinical-International Journal of Brazilian Dentistry* 2016;**v. 12**:236-41.

8. Al-Ahdal K, Ilie N, Silikas N, Watts DC. Polymerization kinetics and impact of post polymerization on the Degree of Conversion of bulk-fill resin-composite at clinically relevant depth. *Dental Materials* 2015;**31**(10):1207-13.
9. Ely C, Schneider LFJ, Ogliari FA, Schmitt CC, Corrêa IC, Lima GdS, et al. Polymerization kinetics and reactivity of alternative initiators systems for use in light-activated dental resins. *Dental Materials* 2012;**28**(12):1199-206.
10. AlQahtani M, Michaud P, Sullivan B, Labrie D, AlShaafi M, Price R. Effect of high irradiance on depth of cure of a conventional and a bulk fill resin-based composite. *Operative dentistry* 2015;**40**(6):662-72.
11. Alrahlah A, Silikas N, Watts D. Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin-composites. *Dental Materials* 2014;**30**(2):149-54.
12. Benetti AR, Havndrup-Pedersen C, Honoré D, Pedersen MK, Pallesen U. Bulk-fill resin composites: polymerization contraction, depth of cure, and gap formation. *Operative dentistry* 2015;**40**(2):190-200.
13. Price RB, Rueggeberg FA, Harlow J, Sullivan B. Effect of mold type, diameter, and uncured composite removal method on depth of cure. *Clinical oral investigations* 2016;**20**(7):1699-707.
14. Yap AUJ, Pandya M, Toh WS. Depth of cure of contemporary bulk-fill resin-based composites. *Dental materials journal* 2016;**35**(3):503-10.
15. Rosatto C, Bicalho A, Veríssimo C, Bragança G, Rodrigues M, Tantbirojn D, et al. Mechanical properties, shrinkage stress, cuspal strain and fracture resistance of molars restored with bulk-fill composites and incremental filling technique. *Journal of dentistry* 2015;**43**(12):1519-28.

16. Sood A, Ramarao S, Carounanidy U. Influence of different crosshead speeds on diametral tensile strength of a methacrylate based resin composite: An in-vitro study. *Journal of conservative dentistry: JCD* 2015;**18**(3):214.
17. Bicalho A, Valdívía A, Barreto BdC, Tantbirojn D, Versluis A, Soares C. Incremental filling technique and composite material—part II: shrinkage and shrinkage stresses. *Operative dentistry* 2014;**39**(2):e83-e92.
18. Hirata R, Kabbach W, De Andrade OS, Bonfante EA, Giannini M, Coelho PG. Bulk fill composites: an anatomic sculpting technique. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2015;**27**(6):335-43.
19. Sano H, Chowdhury AFMA, Saikaew P, Matsumoto M, Hoshika S, Yamauti M. The microtensile bond strength test: Its historical background and application to bond testing. *Japanese Dental Science Review* 2020;**56**(1):24-31.
20. Oliveira LRS, Braga SSL, Bicalho AA, Ribeiro MTH, Price RB, Soares CJ. Molar cusp deformation evaluated by micro-CT and enamel crack formation to compare incremental and bulk-filling techniques. *Journal of dentistry* 2018;**74**:71-78.
21. Sakaguchi RL, Versluis A, Douglas WH. Analysis of strain gage method for measurement of post-gel shrinkage in resin composites. *Dental Materials* 1997;**13**(4):233-39.
22. Burke F, Wilson N, Watts D. The effect of cavity wall taper on fracture resistance of teeth restored with resin composite inlays. *Operative dentistry* 1993;**18**(6):230-36.
23. Soares CJ, Santana FR, Fonseca RB, Martins LRM, Neto FH. In vitro analysis of the radiodensity of indirect composites and ceramic inlay systems and its influence on the detection of cement overhangs. *Clinical oral investigations* 2007;**11**(4):331-36.
24. Soares CJ, Versluis A, Valdivia A, Bicalho AA, Veríssimo C, Barreto BdCF, et al. Finite element analysis in dentistry-Improving the quality of oral health care. *Moratal*

D Finite element analysis-from biomedical applications to industrial developments Rijeka: In Tech Croatia 2012:25-56.

25. Rizzante FAP. Mechanical and physical properties assessment of Bulk Fill resin composites: Universidade de São Paulo; 2018.
26. RIZZANTE FAP, DUQUE JA, DUARTE MAH, MONDELLI RFL, MENDONÇA G, ISHIKIRIAMA SK. Polymerization shrinkage, microhardness and depth of cure of bulk fill resin composites. *Dental materials journal* 2019;**38**(3):403-10.
27. Rizzante FAP, Mondelli RFL, Furuse AY, Borges AFS, Mendonça G, Ishikiriana SK. Shrinkage stress and elastic modulus assessment of bulk-fill composites. *Journal of Applied Oral Science* 2019;**27**.
28. Hickel R, Roulet J-F, Bayne S, Heintze SD, Mjoer IA, Peters M, et al. Recommendations for conducting controlled clinical studies of dental restorative materials. Science Committee Project 2/98--FDI World Dental Federation study design (Part I) and criteria for evaluation (Part II) of direct and indirect restorations including onlays and partial crowns. *The journal of adhesive dentistry* 2007;**9**:121-47.
29. Flury S, Hayoz S, Peutzfeldt A, Hüsler J, Lussi A. Depth of cure of resin composites: is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? *Dental Materials* 2012;**28**(5):521-28.
30. Kim E-H, Jung K-H, Son S, Hur B, Kwon Y-H, Park J-K. Effect of resin thickness on the microhardness and optical properties of bulk-fill resin composites. *Restorative dentistry & endodontics* 2015;**40**(2):128-35.
31. Leprince JG, Leveque P, Nysten B, Gallez B, Devaux J, Leloup G. New insight into the “depth of cure” of dimethacrylate-based dental composites. *Dental Materials* 2012;**28**(5):512-20.

32. Davidson CL, De Gee AJ. Light-curing units, polymerization, and clinical implications. *Journal of adhesive dentistry* 2000;**2**(3).
33. Price R, Ferracane J, Shortall A. Light-curing units: a review of what we need to know. *Journal of Dental Research* 2015;**94**(9):1179-86.
34. Price R, Shortall A, Palin W. Contemporary issues in light curing. *Operative dentistry* 2014;**39**(1):4-14.
35. Rueggeberg FA, Giannini M, Arrais CAG, Price RBT. v. *Brazilian Oral Research* 2017;**31**.
36. Van Ende A, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Peumans M, Van Meerbeek B. Bulk-filling of high C-factor posterior cavities: effect on adhesion to cavity-bottom dentin. *Dental Materials* 2013;**29**(3):269-77.
37. Braga RR, Ballester RY, Ferracane JL. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: a systematic review. *Dental Materials* 2005;**21**(10):962-70.

Table 1: Mean and standard deviations (SD) of physical-chemical properties of resin based composites.

Groups	Degree of conversion (%)	Depth of cure (mm)	Diametral tensile strength (MPa)	Compressive strength (MPa)	Elastic modulus (GPa)
X-tra fill	35.2 (5.4) ^A	9.2 (0.2) ^A	45.9 (5.3) ^A	266.3 (24.9) ^A	5.6 (0.2) ^A
Filtek Z350 A2B	29.1 (2.7) ^A	5.6 (0.1) ^B	30.7 (12.8) ^B	194.2 (57.1) ^B	4.4 (0.3) ^B
Filtek Z350 B3B	29 (4.1) ^A	5.1 (0.2) ^C	-	-	-

Uppercase letters indicate the statistically significant difference among groups in the column (p <0.05).

Table 2: Cuspal strain (ms) mensured by strain gauges (n=10).

Techniques	Cusp strain filling technique			Cusp strain at 100 N loading (mS)			Cusp strain at fracture load(mS)		
	Buccal cusp	Lingual cusp	Mean cusps	Buccal cusp	Lingual cusp	Mean cusps	Buccal cusp	Lingual cusp	Mean cusps
IFT	324.4 (113.9) ^a	353.7 (106.1) ^a	339.0 (75.2) ^B	39.0 (14.2) ^a	43.6 (11.5) ^b	41.3 (8.7) ^C	991.3 (359.7) ^a	1273.8 (361.8) ^a	1158.2 (184.7) ^B
NE&DS	236.7 (73.0) ^a	244.4 (43.1) ^a	240.6 (47.5) ^A	23.0 (6.2) ^a	35.5 (13.6) ^b	29.2 (5.0) ^A	768.3 (138.3) ^a	911.7 (284.8) ^a	840.0 (168.1) ^A
Bulk fill	230.9 (57.4) ^a	245.2 (41.4) ^a	238.1 (43.3) ^A	32.4 (16.6) ^a	36.6 (9.9) ^b	34.5 (11.7) ^{AB}	1076.9 (499.0) ^a	1202.8 (261.6) ^a	1208.5 (308.1) ^B
IST	237.3 (62.9) ^a	265.6 (77.8) ^a	251.4 (58.0) ^A	28.8 (10.7) ^a	31.3 (11.1) ^b	30.1 (9.1) ^B	812.8 (296.5) ^a	866.5 (219.3) ^a	839.6 (133.2) ^A

Uppercase letters indicate the statistically significant difference among means of groups in the column and lowercase letters indicate the statistically significant difference among cusp in each group (p <0.05).

Table 3: Fracture resistance (N), mode of fracture and the ratio between maximum cusp deformation/fracture resistance measured by axial compression test (n=10).

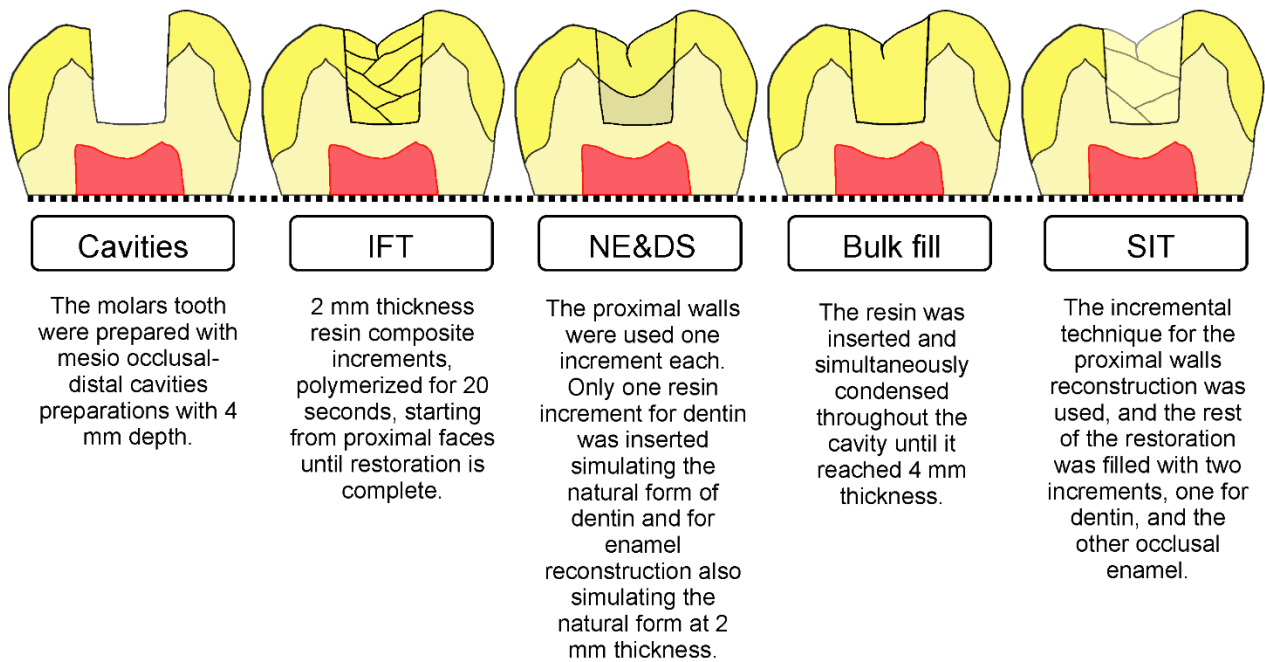
Techniques	Fracture Resistance - N	Failure modes				Strain/Fracture resistance ratio
		I	II	III	IV	
IFT	1772.5 (412.4) ^A	0	3	5	2	0.7 (0.2) ^A
NE&DS	1289.1 (245.7) ^A	0	1	6	3	0.7 (0.2) ^A
Bulk fill	1756.9 (478.4) ^A	0	1	6	3	0.7 (0.1) ^A
IST	1579.3 (394.9) ^A	1	2	6	1	0.6 (0.2) ^A

Legends: (I) Fractures involving a small portion of the coronal tooth structure. (II) Fractures involving a small portion of the coronal tooth structure and cohesive failure of the restoration. (III) Fractures involving the tooth structure, cohesive and/or adhesive failure of the restoration, with root involvement that can be restored in association with periodontal surgery. (IV) Severe root and crown fracture, which require extraction of the tooth. There is no significant difference between groups.

Table 4: Mean and standard deviations (SD) of tooth radiodensity, restorative material radiodensity, and differences between material/tooth.

Techniques	Number of teeth (measurements)	Restorative material's radiodensity (SD)		Tooth radiodensity (SD)		^Δ radiodensity between materials and tooth
		Vestibular	Mesial	Vestibular	Mesial	
IFT	10 (50)	211.7 (2.3)	225.2 (1.3)	184.0 (6.2)	194.7 (3.0)	28.5 (6.6) ^{BC}
NE&DS	10 (50)	208.0 (5.5)	221.7 (3.7)	176.3 (2.9)	190.7 (2.3)	31.3 (4.6) ^B
Bulk fill	10 (50)	224.6 (3.4)	230.9 (6.3)	182.5 (3.1)	192.4 (3.6)	41.1 (6.6) ^A
IST	10 (50)	210.8 (5.6)	226.8 (0.8)	189.1 (1.5)	198.6 (2.6)	25.3 (5.7) ^C

Uppercase letters indicate the statistically significant difference among groups in the column (p <0.05).



Legends: incremental filling technique (IFT); Natural Enamel & Dentin Substitution technique (NE&DS); bulk-fill filling technique and incremental simplify filling technique (IST).

Figure 1: Description of restorative techniques according to the number of steps and increments.

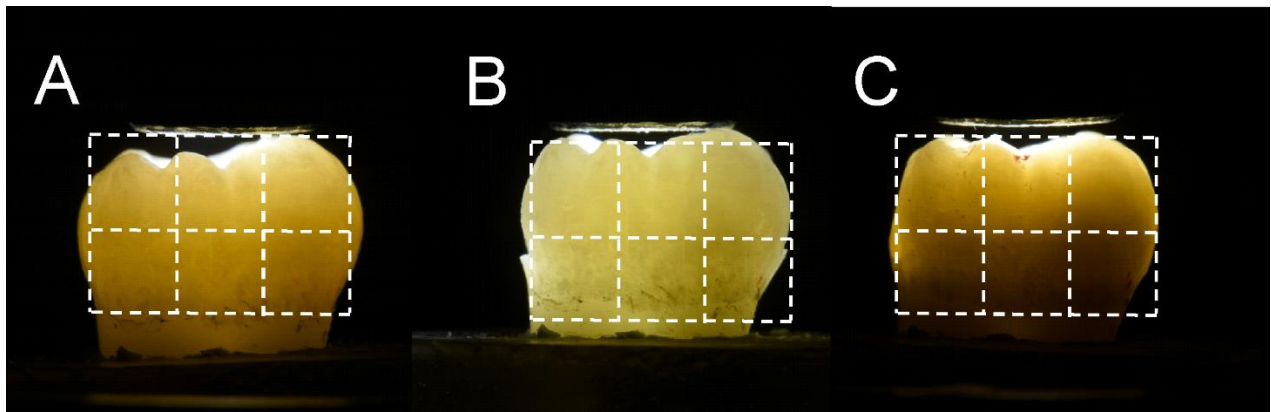


Figure 2: Enamel crack detection and tracking before tooth cavity preparation (A); after cavity preparation (B); and 24h after restoration (C).

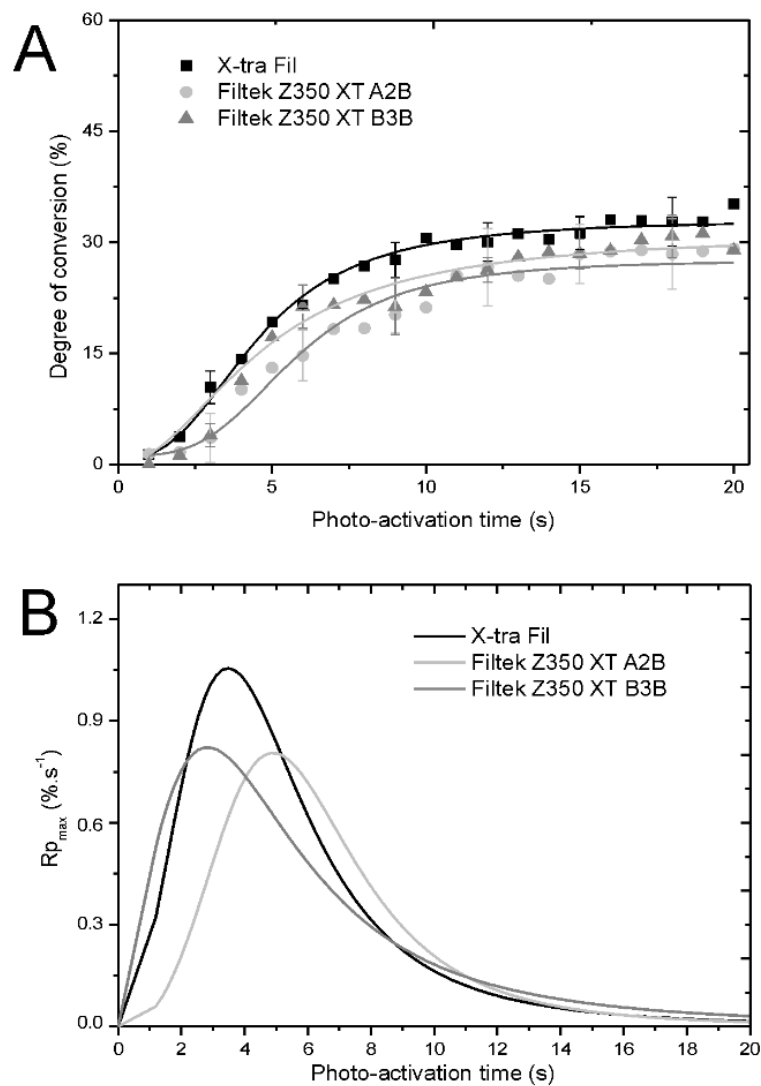


Figure 3: Mean (%) degree of conversion (A) and (B) polymerization rate ($Rp^{\max}$) among resin-based composite photo-activated at 20 seconds.

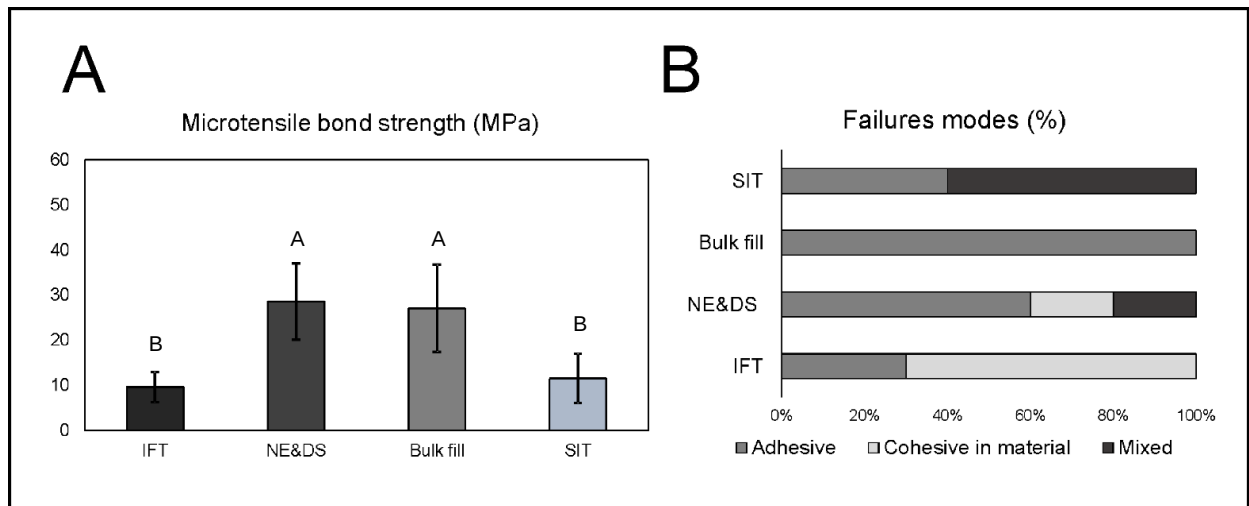


Figure 4: Mean and standard deviations of values microtensile bond strength test (A) and failure modes (B) among techniques restorations.

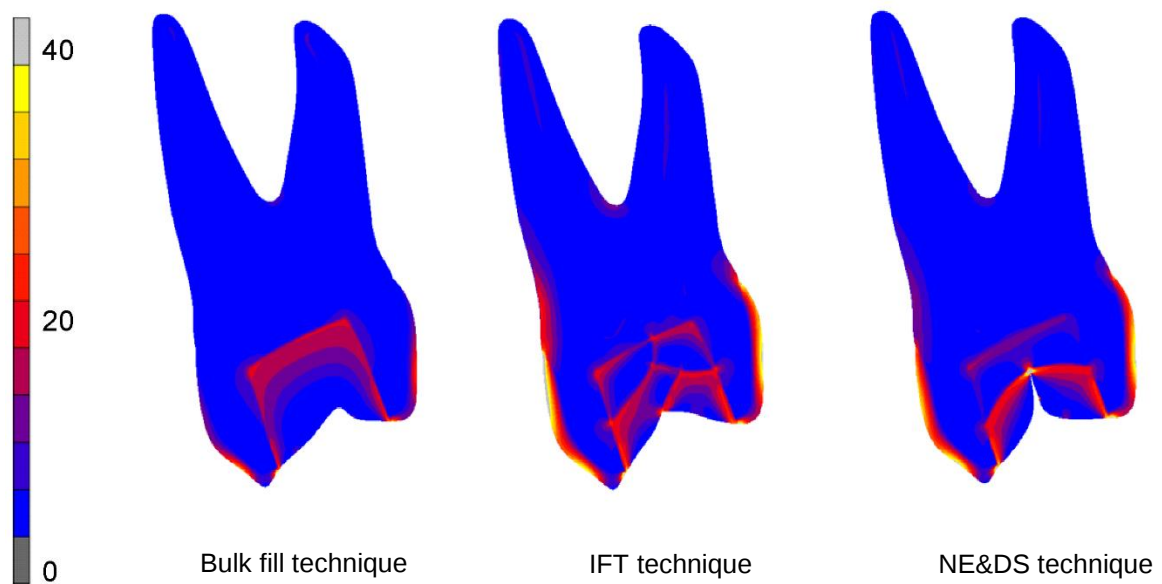


Figure 5: Modified von mises stress distribution in different filling techniques.

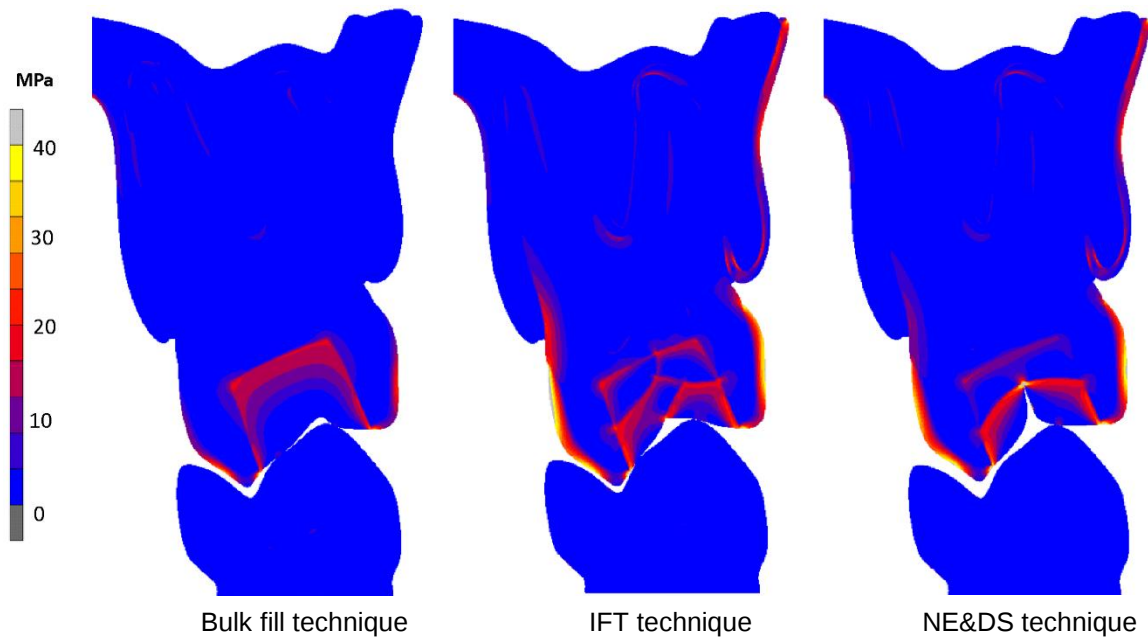


Figure 6: Modified von mises stress distribution in different filling techniques during 100N occlusal loading.

Considerações Finais

A técnica clínica criada nesta tese visa simplificar a aplicação de compósitos e melhorar o desempenho da restauração em dentes posteriores. A técnica NE&DS permitiu um procedimento sistematizado, mais fácil e previsível para restaurações posteriores.

Aspectos relacionados à técnica restauradora, suas variações e tomadas de decisão do cirurgião-dentista são difíceis de controlar. O uso de uma técnica restauradora direta simplificada, baseada na substituição das estruturas naturais dos dentes, em duas etapas correspondentes à dentina e ao esmalte, pode diminuir a sensibilidade técnica das restaurações de dentes posteriores e também proporcionar a obtenção de resultados mais previsíveis e de qualidade em termos funcionais e estéticos. A realização desta técnica restauradora simplificada para dentes posteriores de forma indireta proporciona conforto para o paciente reduzindo o seu tempo de cadeira. Adicionalmente o uso desta técnica pode auxiliar os cirurgiões-dentistas na obtenção de melhores contatos proximais, bem como na manutenção da escultura oclusal, uma vez que os ajustes podem ser feitos com maior controle no laboratório e apenas conferidos na sessão de cimentação.

As propriedades físico-químicas das resinas compostas testadas não foram semelhantes, no entanto isso não influenciou o desempenho das diferentes técnicas restauradoras. As técnicas restauradoras simplificadas: NE&DS (Natural Enamel & Dentin Substitution technique) e IST (Incremental Simplify Technique) foram capazes de produzir menor tensão nas cúspides sem prejuízos à resistência mecânica das restaurações. Estudos clínicos de avaliação das técnicas restauradoras simplificadas comparadas à convencional devem ser realizados, para que se tenha evidência científica quanto às vantagens e limitações da simplificação de técnica favorecendo a prática clínica com maior segurança.

Referências

- AL-AHDAL, K. et al. Polymerization kinetics and impact of post polymerization on the Degree of Conversion of bulk-fill resin-composite at clinically relevant depth. **Dental Materials**, 2015.
- ALBINO, L. G. B. et al. Substituição Natural de Esmalte e Dentina : Restauração Simplificada de Dentes Posteriores. **Clínica - International Journal of Brazilian Dentistry**, v. 12, p. 236–241, 2016.
- ALBINO, L. G. B. et al. Utilizando a técnica de substituição natural do esmalte e dentina para restaurações indiretas em dentes posteriores. **Clínica - International Journal of Brazilian Dentistry**, v. 13, n. 4, p. 402–411, 2017.
- ALQAHTANI, M. Q. et al. Effect of high irradiance on depth of cure of a conventional and a bulk fill resin-based composite. **Operative Dentistry**, 2015.
- ALRAHLAH, A.; SILIKAS, N.; WATTS, D. C. Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin-composites. **Dental Materials**, 2014.
- ANGELETAKI, F. et al. Direct versus indirect inlay/onlay composite restorations in posterior teeth. A systematic review and meta-analysis. **Journal of Dentistry**, v. 53, p. 12–21, 2016.
- ARDU, S.; KREJCI, I. Biomimetic direct composite stratification technique for the restoration of anterior teeth. **Quintessence International**, 2006.
- BAZOS, P.; MAGNE, P. Bio-Emulation: biomimetically emulating nature utilizing a histoanatomic approach; visual synthesis. **The international journal of esthetic dentistry**, 2014.
- BENETTI, A. R. et al. Bulk-fill resin composites: Polymerization contraction, depth of cure, and gap formation. **Operative Dentistry**, 2015.
- BERNARDO, M. et al. Survival and reasons for failure of amalgam versus composite posterior restorations placed in a randomized clinical trial. **Journal of the American Dental Association**, 2007.
- BICALHO, A. A. et al. Incremental filling technique and composite material-Part I: Cuspal deformation, bond strength, and physical properties. **Operative Dentistry**, 2014a.
- BICALHO, A. A. et al. Incremental filling technique and composite material-Part II: Shrinkage and shrinkage stresses. **Operative Dentistry**, 2014b.
- BICALHO, A. A. et al. Effect of temperature and humidity on post-gel shrinkage, cuspal deformation, bond strength and shrinkage stress - Construction of a chamber to simulate the oral environment. **Dental Materials**, 2015.
- BRAGA, R. R.; BALLESTER, R. Y.; FERRACANE, J. L. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: A systematic review. **Dental Materials**, 2005.

- BRAGA, R. R.; FERRACANE, J. L. **Alternatives in polymerization contraction stress management***Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*, 2004.
- BURKE, F. J.; WILSON, N. H.; WATTS, D. C. The effect of cavity wall taper on fracture resistance of teeth restored with resin composite inlays. **Operative dentistry**, 1993.
- CARVALHO, R. M. et al. **A review of polymerization contraction: The influence of stress development versus stress relief***Operative Dentistry*, 1996.
- CHANDRASEKHAR, V. et al. **Incremental techniques in direct composite restoration***Journal of Conservative Dentistry*, 2017.
- COSTA, T. R. F. et al. Influence of adhesive type and placement technique on postoperative sensitivity in posterior composite restorations. **Operative Dentistry**, 2017.
- DA ROSA RODOLPHO, P. A. et al. 22-Year clinical evaluation of the performance of two posterior composites with different filler characteristics. **Dental Materials**, 2011.
- DA VEIGA, A. M. A. et al. **Longevity of direct and indirect resin composite restorations in permanent posterior teeth: A systematic review and meta-analysis***Journal of Dentistry*, 2016.
- DAVIDSON, C. L.; DE GEE, A. J. Light-curing units, polymerization, and clinical implications. **Journal of Adhesive Dentistry**, 2000.
- DEMARCO, F. F. et al. Longevity of posterior composite restorations: Not only a matter of materials. **Dental Materials**, v. 28, n. 1, p. 87–101, 2012.
- DIETSCHI, D. Optimising aesthetics and facilitating clinical application of free-hand bonding using the “natural layering concept”. **British Dental Journal**, 2008.
- DIETSCHI, D.; ARDU, S.; KREJCI, I. A new shading concept based on natural tooth color applied to direct composite restorations. **Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)**, 2006.
- ELY, C. et al. Polymerization kinetics and reactivity of alternative initiators systems for use in light-activated dental resins. **Dental Materials**, 2012.
- ERICSON, D. et al. Minimally Invasive Dentistry--concepts and techniques in cariology. **Oral health & preventive dentistry**, 2003.
- FERRACANE, J. L. Resin composite - State of the art. **Dental Materials**, v. 27, n. 1, p. 29–38, 2011.
- FLURY, S. et al. Depth of cure of resin composites: Is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? **Dental Materials**, 2012.
- H.Y WEI, S.; L.K TANG, E. Composite Resins: A Review Of The Types, Properties And Restoration Techniques. **Annals of Dentistry**, 1994.
- HICKEL, R. et al. **Recommendations for conducting controlled clinical studies of dental restorative materials***Clinical Oral Investigations*, 2007.
- HIRATA, R. et al. Bulk Fill Composites: An Anatomic Sculpting Technique. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, 2015.
- KAISARLY, D.; GEZAWI, M. EL. **Polymerization shrinkage assessment of dental**

resin composites: a literature review *Odontology*, 2016.

KIM, E.-H. et al. Effect of resin thickness on the microhardness and optical properties of bulk-fill resin composites. **Restorative Dentistry & Endodontics**, 2015.

LASKE, M. et al. Longevity of direct restorations in Dutch dental practices. Descriptive study out of a practice based research network. **Journal of Dentistry**, 2016.

LEPRINCE, J. G. et al. New insight into the “depth of cure” of dimethacrylate-based dental composites. **Dental Materials**, 2012.

LYNCH, C. D.; MCCONNELL, R. J.; WILSON, N. H. F. Posterior composites: the future for restoring posterior teeth? **Primary dental journal**, v. 3, n. 2, p. 49–53, 2014.

MAGNE, P.; BAZOS, P. Bio-Emulation: Biomimetically Emulating Nature Utilizing a Histo-Anatomic approach; Structural Analysis. **The European Journal of Esthetic Dentistry**, v. 6, n. 1, p. 8–19, 2011.

MANTRI, S. P.; MANTRI, S. S. **Management of Shrinkage Stresses in Direct Restorative Light-Cured Composites: A Review.** *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 2013.

ÓLAFSSON, V. G. et al. Effect of composite type and placement technique on cuspal strain. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, 2018.

OLIVEIRA, L. R. S. et al. Molar cusp deformation evaluated by micro-CT and enamel crack formation to compare incremental and bulk-filling techniques. **Journal of Dentistry**, 2018.

OPDAM, N. J. M. et al. **Longevity of posterior composite restorations: A systematic review and meta-analysis** *Journal of Dental Research*, 2014.

PALLESEN, U.; VAN DIJKEN, J. W. V. A randomized controlled 27 years follow up of three resin composites in Class II restorations. **Journal of Dentistry**, 2015.

PRICE, R. B. et al. Effect of mold type, diameter, and uncured composite removal method on depth of cure. **Clinical Oral Investigations**, 2016.

PRICE, R. B.; FERRACANE, J. L.; SHORTALL, A. C. Light-Curing Units: A Review of What We Need to Know. **Journal of Dental Research**, 2015.

PRICE, R. B.; SHORTALL, A. C.; PALIN, W. M. **Contemporary issues in light curing** *Operative Dentistry*, 2014.

PUCKETT, A. D. et al. **Direct Composite Restorative Materials.** *Dental Clinics of North America*, 2007.

RITTER, A. V et al. The Direct-Indirect Technique for Composite Restorations Revisited. **Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, N.J. : 1995)**, 2017.

RIZZANTE, F. A. P. et al. Shrinkage stress and elastic modulus assessment of bulk-fill composites. **Journal of Applied Oral Science**, 2019a.

RIZZANTE, F. A. P. et al. Polymerization shrinkage, microhardness and depth of cure of bulk fill resin composites. **Dental Materials Journal**, v. 38, n. 3, p. 403–410, 2019b.

ROSATTO, C. M. P. et al. Mechanical properties, shrinkage stress, cuspal strain and

fracture resistance of molars restored with bulk-fill composites and incremental filling technique. **Journal of Dentistry**, v. 43, n. 12, p. 1519–1528, 2015.

RUEGGERBERG, F. A. et al. **Light curing in dentistry and clinical implications: A literature review** **Brazilian Oral Research**, 2017.

SAKAGUCHI, R. L.; VERSLUIS, A.; DOUGLAS, W. H. Analysis of strain gage method for measurement of post-gel shrinkage in resin composites. **Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials**, v. 13, n. 4, p. 233–239, 1997.

SANO, H. et al. The microtensile bond strength test: Its historical background and application to bond testing. **Japanese Dental Science Review**, v. 56, n. 1, p. 24–31, 2020.

SOARES, C. et al. Finite element Analysis in Dentistry – Improving the quality of oral health care. In: **Finite Element Analysis - From Biomedical Applications to Industrial Developments**. [s.l: s.n.].

SOARES, C. J. et al. In vitro analysis of the radiodensity of indirect composites and ceramic inlay systems and its influence on the detection of cement overhangs. **Clinical Oral Investigations**, v. 11, n. 4, p. 331–336, 2007.

SOARES, C. J. et al. Polymerization shrinkage stresses in a premolar restored with different composite resins and different incremental techniques. **The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 15, n. 4, p. 341–350, 2013.

SOARES, C. J. et al. **Polymerization shrinkage stress of composite resins and resin cements - What do we need to know?** **Brazilian Oral Research**, 2017.

SOOD, A.; RAMARAO, S.; CAROUNANIDY, U. Influence of different crosshead speeds on diametral tensile strength of a methacrylate based resin composite: An in-vitro study. **Journal of Conservative Dentistry**, 2015.

VAN DE SANDE, F. H. et al. The influence of different restorative materials on secondary caries development in situ. **Journal of Dentistry**, 2014.

VAN DE SANDE, F. H. et al. 18-year survival of posterior composite resin restorations with and without glass ionomer cement as base. **Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials**, v. 31, n. 6, p. 669–675, jun. 2015.

VAN ENDE, A. et al. Bulk-filling of high C-factor posterior cavities: Effect on adhesion to cavity-bottom dentin. **Dental Materials**, 2013.

YAP, A. U. J.; PANDYA, M.; TOH, W. S. Depth of cure of contemporary bulk-fill resin-based composites. **Dental Materials Journal**, 2016.

APÊNDICES

Apêndice 1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os pacientes doadores de dentes extraídos.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

TERMO DE ESCLARECIMENTO E CONSENTIMENTO

Gostaria de convidá-lo a doar o seu dente extraído para que possa ser incluído na pesquisa **“Restauração de resina composta em dentes posteriores: avaliação de uma técnica simplificada”**. Este dente será utilizado em pesquisas de laboratório apenas, com o objetivo de melhor entendermos o desempenho e qualidade de diferentes técnicas restauradoras. A coleta do dente será realizada logo depois sua extração. Todo material coletado, bem como as informações relacionadas a este serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, preservando a sua identidade. Além disso, a divulgação dos dados dessa pesquisa trará benefícios relacionadas às técnicas restauradoras no futuro. Seu dente extraído será entregue ao pesquisador do estudo, aluno da Pós-Graduação em Odontologia, que realizará as técnicas restauradoras neste dente, e após serão realizados testes em um laboratório para avaliar seu desempenho. Você não terá que pagar, nem será remunerado pela doação do seu dente, e após a realização desta pesquisa, o dente será descartado de modo apropriado ou doado a um Banco de Dentes. Os riscos e/ou desconforto da doação são aqueles associados aos procedimentos da extração que não têm qualquer relação com a pesquisa, e nem haverá necessidade de procedimentos adicionais àqueles inerentes à extração do dente.

Eu _____, portador(a) da cédula de identidade nº _____, SSP/____, concordo de livre e espontânea vontade em participar do estudo acima mencionado.

Declaro que todas minhas dúvidas foram respondidas e, se eu precisar poderei solicitar esclarecimentos de outras dúvidas que possam surgir durante a pesquisa com o pesquisador responsável: Dra. Giana da Silveira Lima, pelo telefone (53) 999522626. Além disso, sei que tenho plena liberdade de retirar este consentimento a qualquer tempo, bem como me negar a participar da pesquisa, sem prejuízo no atendimento na Faculdade de Odontologia. Desta forma, estou autorizando a coleta do material, e caso eu tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos serei esclarecido pela pesquisadora responsável.

Luis Gustavo Barrotte Albino (Pesquisador): _____
Prof.^a Dr.^a Giana da Silveira Lima (Pesquisador responsável): _____

Assinatura do paciente doador

Pelotas, _____ de _____ de 20____

Este termo será impresso em duas vias, sendo uma do paciente e outra do pesquisador responsável.

ANEXOS

Anexo 1. Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa.

UFPEL - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PELOTAS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Restauração de resina composta em dentes posteriores: avaliação de uma técnica simplificada

Pesquisador: GIANA DA SILVEIRA LIMA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 96860618.4.0000.5317

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.023.569

Apresentação do Projeto:

Estudos tem mostrado bom desempenho clínico para restaurações em resina composta, com resultados ao longo de 17 anos, demonstrando falha anual relativamente baixa com taxas de aproximadamente 2%. Porém algumas técnicas ainda resultam em consequências indesejáveis aos pacientes como sensibilidade pós-operatória, trincas da estrutura dental e manchamento marginal das restaurações

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar o desempenho e a longevidade clínica de restaurações de resina composta realizadas com uma técnica restauradora simplificada.

Objetivos Secundários:

- 1) Avaliar in vitro o desempenho das restaurações em dentes posteriores utilizando uma técnica restauradora simplificada por meio dos testes: (i) avaliação da cinética e taxa de polimerização, (ii) profundidade de polimerização, (iii) avaliação da contração pós-gel das resinas compostas, (iv) resistência à tração diametral e (v) compressão axial;
- 2) Caracterizar física e quimicamente as resinas compostas, avaliando suas propriedades e características importantes para a técnica restauradora e aplicação clínica, realizando os testes: (i)

Endereço: Av Duque de Caxias 250

Bairro: Fragata

CEP: 96.030-001

UF: RS

Município: PELOTAS

Telefone: (53)3284-4960

Fax: (53)3221-3554

E-mail: cep.famed@gmail.com

**UFPEL - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PELOTAS**



Continuação do Parecer: 3.023.569

deformação cuspídea, (ii) transiluminação para detecção de trincas da coroa de esmalte, (iii) ciclagem mecânica, (iv) radiodensidade, (v) ensaio de compressão axial, (vi) metodologia de elementos finitos, (vii) resistência de união a microtração;

3) Avaliar clinicamente, através de um estudo longitudinal retrospectivo, a longevidade clínica de restaurações de resina composta em dentes posteriores empregando uma técnica restauradora simplificada, NE&DS - Natural Enamel & Dentin Substitution;

4) Comparar laboratorialmente através de um ensaio randomizado controlado o desempenho dos alunos na confecção de restaurações de resina composta em dentes posteriores com emprego da técnica incremental convencional e de uma técnica restauradora simplificada, NE&DS.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos previstos para os indivíduos doadores de dentes extraídos são os riscos cirúrgicos inerentes ao procedimento de extração, como desconforto pós operatório, edema ou alveolite. Porém, não têm qualquer relação com a pesquisa, e nem haverá necessidade de procedimentos adicionais àqueles inerentes à extração do dente.

Benefícios: Os resultados obtidos nesta pesquisa possivelmente trarão benefícios relacionados ao ensino de técnicas de restauração dentária nos cursos de graduação em Odontologia. Os benefícios ao paciente serão ter sua saúde bucal avaliada por um profissional gratuitamente e, se necessário, ser tratado imediatamente sem que tenha que aguardar agendamento.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Parte 1 - Será realizado um estudo experimental in vitro, para avaliação dos fatores (i) técnicas restauradoras e comportamento biomecânico dos dentes restaurados e (ii) avaliação das resinas compostas utilizadas. As variáveis respostas para a avaliação das resinas compostas serão obtidas através dos testes de caracterização físico- química de resinas compostas: (i) Cinética e taxa de polimerização; (ii) Profundidade de polimerização; (iii) Avaliação da contração pós-gel das resinas compostas; (iv) Resistência à tração diametral e compressão axial. Já as variáveis respostas para a avaliação das técnicas restauradoras e comportamento biomecânico dos dentes restaurados serão obtidas através dos testes (i) Procedimento restaurador com extensometria - Deformação de cúspides; (ii) Transiluminação para detecção de trincas no esmalte; (iii) Ciclagem mecânica; (iv) Radiodensidade das resinas compostas e geração de bolhas; (v) Ensaio de compressão axial - resistência à fratura e deformação de cúspide durante o carregamento oclusal e na fratura; (vi) Método de elementos finitos; (vii) Resistência de união à microtração.

Parte 2 - Este estudo será do tipo longitudinal retrospectivo, onde pacientes que procuraram

Endereço: Av Duque de Caxias 250

Bairro: Fragata

CEP: 96.030-001

UF: RS

Município: PELOTAS

Telefone: (53)3284-4960

Fax: (53)3221-3554

E-mail: cep.famed@gmail.com

**UFPEL - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PELOTAS**



Continuação do Parecer: 3.023.569

atendimento em uma clínica odontológica privada receberam restaurações em dentes posteriores, as quais foram realizadas com a técnica simplificada NE&DS (ALBINO et al., 2016). Os pacientes deverão ter recebido ao menos 1 restauração em dente posterior, e serão considerados como as unidades experimentais em estudo. As variáveis de resposta (desfechos) avaliadas serão critérios de qualidade das restaurações, analisados pelos critérios estabelecidos previamente. (HICKEL et al., 2007). A longevidade das restaurações, em anos, a qual será avaliada por análise de sobrevivência (método Kaplan-Meier ou Regressão de Cox, quando apropriado). Ainda, as causas de falha de restaurações serão reportadas descritivamente.

Parte 3 - Este estudo será um ensaio randomizado controlado cego e paralelo para a comparação de duas técnicas restauradoras, a técnica convencional e uma técnica simplificada (NE&DS) (ALBINO et al., 2016). O desfecho primário será influência da técnica restauradora no resultado final e qualidade da restauração. Os desfechos secundários serão a percepção dos alunos sobre seu processo de aprendizagem e o tempo gasto na confecção da restauração.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

OK

Recomendações:

OK

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

OK

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1203217.pdf	21/08/2018 11:24:06		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Tese_LGB.pdf	21/08/2018 11:12:54	GIANA DA SILVEIRA LIMA	Aceito
Orçamento	Orçamento.pdf	21/08/2018 10:45:39	GIANA DA SILVEIRA LIMA	Aceito

Endereço: Av Duque de Caxias 250

Bairro: Fragata

CEP: 96.030-001

UF: RS

Município: PELOTAS

Telefone: (53)3284-4960

Fax: (53)3221-3554

E-mail: cep.famed@gmail.com

**UFPEL - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PELOTAS**



Continuação do Parecer: 3.023.569

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_I_II_III.pdf	21/08/2018 10:44:22	GIANA DA SILVEIRA LIMA	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	21/08/2018 10:43:14	GIANA DA SILVEIRA LIMA	Aceito
Folha de Rosto	Projeto.pdf	20/08/2018 17:48:01	GIANA DA SILVEIRA LIMA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PELOTAS, 16 de Novembro de 2018

**Assinado por:
Patricia Abrantes Duval
(Coordenador(a))**

Endereço: Av Duque de Caxias 250
Bairro: Fragata **CEP:** 96.030-001
UF: RS **Município:** PELOTAS
Telefone: (53)3284-4960 **Fax:** (53)3221-3554 **E-mail:** cep.famed@gmail.com