

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 05/03/2023.



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Thais Pirágine Leandrin

**Resistência à fratura de materiais CAD/CAM: efeito de diferentes combinações
de agentes cimentantes e *resin coating***

Araraquara

2021



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Thais Piráquine Leandrin

Resistência à fratura de materiais CAD/CAM: efeito de diferentes combinações de agentes cimentantes e *resin coating*

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara para obtenção do título de Doutor em Ciências Odontológicas, na Área de Dentística Restauradora

Orientador: Prof. Dr. Edson Alves de Campos

Araraquara

2021

L437r

Leandrin, Thais Piragine

Resistência à fratura de materiais CAD/CAM: efeito de diferentes combinações de agentes cimentantes e resin coating / Thais Piragine Leandrin. -- Araraquara, 2021
80 p.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara

Orientadora: Edson Alves de Campos

1. Cimentação.. 2. Cimentos de resina.. 3. Resistência à flexão.. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Odontologia, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Thais Pirágine Leandrin

Resistência à fratura de materiais CAD/CAM: efeito de diferentes combinações de agentes cimentantes e *resin coating*

Comissão Julgadora

Tese para obtenção do grau de Doutor em Dentística Restauradora

Presidente e orientador: Prof. Dr. Edson Alves de Campos

2º Examinador: Prof. Dr. Milton Carlos Kuga

3º Examinador: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

4º Examinador: Prof^a. Dr^a. Cristina Magnani Felício

5º Examinador: Prof. Dr. Eduardo Fernández Godoy

Araraquara, 05 de março de 2021

DADOS CURRICULARES

Thais Pirágine Leandrin

NASCIMENTO: 13/12/1991

FILIAÇÃO: Jarbas Leandrin (pai)

Roseli Ap Pirágine Leandrin (mãe)

GRADUAÇÃO: 2010 - 2013: Curso de Graduação em Odontologia pela Universidade de Araraquara - UNIARA.

ESPECIALIZAÇÃO: 2014 – 2015: Curso de especialização em Dentística Restauradora pela Faculdade Herrero, em parceria com a Fundação Araraquarense de Ensino e Pesquisa em Odontologia- FAEPO.

MESTRADO: 2014 - 2016: Curso de Pós-graduação em Ciências Odontológicas, Área de Dentística Restauradora, nível mestrado, pela Faculdade de Odontologia de Araraquara - Unesp.

Dedico esse trabalho a todos cirurgiões dentistas clínicos que buscam o
aperfeiçoamento baseado em evidências científicas.
Gostaria de dedicar também aos meus pais, minha irmã Sabrina e ao meu esposo
Rafael.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, que me deu saúde e coragem para trilhar e concluir essa etapa. Assim como à Nossa Senhora de Aparecida, que me cuidou e não me desamparou em nenhum momento, mesmo quando tudo parecia questionável.

Aos meus pais, que me apoiaram e me permitiram seguir esse sonho, e, mesmo longe, nunca deixaram me sentir sozinha. Além de todo suporte emocional e muitas vezes financeiro, me ajudaram e muito até na confecção dos corpos de prova, que muitas vezes invadiram nossos jantares. O amor e gratidão que tenho por eles é indescritível. Vocês são fundamentais na minha vida!

À minha irmã, que sempre me inspirou em como ser uma excelente cirurgiã dentista e por ser tão parceira. Muito obrigada por ter me ajudado até a fazer os experimentos. Você me inspira em muitos aspectos! Amo você mana.

Ao meu esposo, que foi muito compreensível e parceiro durante todo esse processo. Muito obrigada por toda ajuda, cobrindo até os afazeres de casa para que eu pudesse focar e fazer todos os passos que a pesquisa requeria. Muito obrigada por me ajudar com as ideias para desenvolvermos estratégias que permitissem o melhor desenvolvimento do trabalho e que foi capaz até de “lixar” os dedos para me ajudar com a confecção dos corpos de prova. Te Amo de janeiro a janeiro.

Aos meus tios Marco e Mara, que juntamente com meus primos Emily e Marquinho me ajudaram no corte dos bastões de resina epóxi, que exigiu todo um processo prévio de “engenhoca” para então conseguirmos a perfeição que queríamos.

Gostaria de agradecer a todos os funcionários da faculdade e aos colegas de pós, em especial Cris, João, Tamiris e Tamara, que me auxiliaram durante todo o processo, desde parcerias nas disciplinas, como na escrita de artigos e até mesmo para a confecção da tese. Se tornaram irmãos de coração! Muito obrigada! Não somos nada sozinhos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Edson Alves de Campos, por ter me orientado em todo esse processo, acolhendo minhas ideias e então as viabilizando para pudéssemos testá-las. Obrigada pela colaboração nos passos de desenvolvimento da metodologia do nosso trabalho, assim como na ajuda com os recursos financeiros que nossa metodologia exigiu. Muito brigada por toda colaboração e compreensão de sempre!

Ao Prof Dr Milton Carlos Kuga, que me permitiu fazer parte de seu grupo de estudo e assim me possibilitou vivenciar experimentos incríveis e alcançar as publicações e apresentações de trabalhos tão necessárias. Muito obrigada por toda colaboração para a metodologia deste trabalho, que foi fundamental! Muito obrigada por, além de acreditar em mim, nunca permitiu que eu “parasasse”. Muito obrigada por tudo!

Gostaria de agradecer ao Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi, por ter fornecido várias oportunidades de praticar a arte da docência. Muito obrigada por toda confiança!!

À Prof^a. Dr^a. Cristina, por sempre me convidar para ministrar aulas como professora convidada no curso de odontologia da UNIARA. Obrigada também por sempre confiar e me escolher para co-orientar seus alunos. Sempre muito bom trabalhar com você!

À faculdade de odontologia de Ribeirão Preto- USP, por ter permitido o uso do equipamento de termociclagem localizado no departamento de odontologia restauradora.

Às empresas Ivoclar e Voco por terem doados os materiais para execução dessa pesquisa. Nosso muito obrigada pela parceria!

À CAPES:

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

O que você tem, todas as pessoas do mundo podem ter, mas o que você é, ninguém pode ser! Acredite em si mesmo!

Leandrin TP. Resistência à fratura de materiais CAD/CAM: efeito de diferentes combinações de agentes cimentantes e resin coating [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2021.

RESUMO

A indicação de peças totalmente cerâmicas aumentou proporcionalmente com a exigência estética e sua longevidade está diretamente relacionada à qualidade da cimentação e características mecânicas das peças e dos cimentos. Dentre as opções existentes no mercado, a cimentação adesiva pode ser executada com cimentos resinosos, resinas compostas termo aquecidas e resinas flow. Frente ao amplo mercado de peças protéticas, destaca-se o método de processamento CAD/CAM, cujos materiais de diferentes composições requerem investigações sobre a influência de agentes cimentantes e bases resinosas, previamente inseridas na superfície dentária, na resistência à fratura do conjunto. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência à fratura de materiais CAD/CAM nano-híbrido e cerâmicos cimentados com diferentes agentes cimentantes sobre diferentes bases cavitárias como “*resin coating*”. Foram confeccionados 216 espécimes, os quais foram divididos de acordo com o material para confecção do *resin coating* (GrandioSO Heavy Flow, SonicFill, controle); agentes cimentantes: (Relyx ARC, SonicFill e GrandioSO Heavy Flow) e o material reabilitador (IPS e.max CAD; Cerec Bloc; Grandio Bloc). O substrato padrão foi a resina epóxi, a qual simulou e substituiu a dentina. Para o IPS e.max CAD, não houve diferença estatística quando comparamos os diferentes agentes de cimentação para o mesmo material de *resin coating*. Entretanto houve diferença estatística entre diferentes materiais de *resin coating* para o mesmo agente de cimentação, uma vez que os grupos que utilizaram o SonicFill como *resin coating* frente ao uso dos agentes cimentantes Heavy Flow e SonicFill, foram diferentes dos demais. Para o Cerec Blocs, houve similaridade estatística entre os grupos que utilizaram a mesma base resinosa frente a diferentes materiais de cimentação. Porém, quando avaliamos as diferentes bases para o mesmo agente de cimentação, os maiores valores e diferença estatística foram obtidos pelos grupos que utilizaram Heavy Flow como *resin coating*. Para o Grandio Blocs, a ausência de *resin coating* ou o uso de Heavy Flow como base não mostrou diferença estatística quando variamos os agentes cimentantes. Quando avaliamos as diferentes bases de *resin coating* para o mesmo agente de cimentação, encontramos similaridade estatística entre os grupos que utilizaram Heavy Flow como *resin coating* com os que não utilizaram nenhuma base. Por meio da análise de resistência à fratura, a confecção de *resin coating* com a resina GrandioSO Heavy Flow foi a que demonstrou os melhores valores de resistência à fratura, independente do material reabilitador avaliado. Podemos supor que cimentação com resina fluida (GrandioSO Heavy Flow) e com resina bulk fill densa (SonicFill) pré-aquecidas, são viáveis como agente de cimentação para peças de 1mm dos materiais IPS e.max CAD, Cerec Blocs e Grandio Bloc.

Palavras – chave: Cimentação. Cimentos de resina. Resistência à flexão.

Leandrin TP. Fracture resistance of CAD/CAM blocs: effect of different combinations of cementing agents and resin coating [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2021.

ABSTRACT

The indication of ceramic restorative materials increased proportionally with the aesthetic demand, whose longevity is directly related to the quality of the cementation and the mechanical characteristics of the restorative materials and the cement. Among the options available on the market, adhesive cementation can be carried out with resin cements, thermally heated composite resins and flow resins. In view of the wide market for prosthetic parts, the CAD/CAM processing method stands out, whose materials of different compositions require investigations on the influence of cementing agents and resinous bases, previously inserted in the “resin coatings” dental surface, on fracture resistance. of the set. The aim of this work was to evaluate the flexural strength of nano-hybrid and ceramic CAD/CAM materials cemented with different luting agents on different cavity bases. 216 specimens were made, which were divided according to the material for making the resin coating (GrandioSO Heavy Flow, SonicFill, Scotchbond Multi-purpose control); luting agents: (Relyx ARC, SonicFill and GrandioSO Heavy Flow) and the rehabilitation material (IPS e.max CAD; Cerec Bloc; Grandio Bloc). The standard substrate was epoxy resin, which simulated and replaced dentin. For IPS e.max CAD, there was no statistical difference when we compared the different cementing agents for the same resin coating material. However, there was a statistical difference between different resin coating materials for the same cementing agent, since the groups that used SonicFill as resin coating compared to the use of the Heavy Flow and SonicFill cementing agents, were different from the others. For Cerec Blocs, there was statistical similarity between the groups that used the same resinous base against different cementation materials. However, when we evaluated the different bases for the same cementing agent, the highest values and statistical difference were obtained by the groups that used Heavy Flow as resin coating. For Grandio Blocs, the absence of resin coating or the use of Heavy Flow as a base did not show statistical difference when varying the cementing agents. When we evaluated the different resin coating bases for the same cementing agent, we found statistical similarity between the groups that used Heavy Flow as resin coating with those that did not use any base. Through the analysis of fracture resistance, the making of resin coating with GrandioSO Heavy Flow resin was the one that demonstrated the best values for fracture resistance, regardless of the rehabilitation material evaluated. Through the analysis of fracture resistance, confection of resin coating with GrandioSO Heavy Flow resin was the one that corroborated for the best values of flexural strength, regardless of the material rehabilitators evaluated. We can assume that luting with pre-heated fluid resin (GrandioSO Heavy Flow) and dense bulk fill resin (SonicFill) are viable as a cementing agent for 1mm restorative materials of IPS e.max CAD, Cerec Blocs and Grandio Blocs.

Keywords: Cementation. Resin cements. Flexural strength

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 PROPOSIÇÃO	15
3 REVISÃO DA LITERATURA	16
3.1 Resin Coating- Conceitos e Aplicações	16
3.2 Materiais Reabilitadores CAD / CAM Polímeros e Cerâmicos ..	28
3.3 Agentes de Cimentação.....	43
4 MATERIAL E MÉTODO	53
4.1 Confeção dos Espécimes.....	57
4.1.1 Resina Epóxi.....	57
4.1.2 Restaurações Indiretas	58
4.2 Resin Coating: Técnica	58
4.3 Cimentação Adesiva	59
4.4 Armazenamento.....	61
4.5 Resistencia à Fratura	62
4.6 Análise Estatística.....	62
5 RESULTADO	63
6 DISCUSSÃO	66
7 CONCLUSÃO.....	72
REFERÊNCIAS	73

1 INTRODUÇÃO

Restaurações livres de metal tornaram-se materiais de escolha para solução de casos estéticos de alta performance. O desenvolvimento de novos materiais com melhores propriedades ópticas e mecânicas foi impulsionado pelos avanços tecnológicos de produção. A tecnologia CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) conta com uma série de vantagens, como redução do tempo de trabalho laboratorial, adequada adaptação das peças e melhor controle de qualidade^{1,2}. Os materiais disponíveis caracterizam-se por blocos pré-usinados a base de: cerâmicas feldspática, reforçada por leucita, reforçada por dissilicato de lítio ou de silicato de lítio reforçada com dióxido de zircônio; cerâmica infiltrada por polímero (híbridos); a base de compósito; e cerâmicas cristalinas, como zircônia³.

A longevidade de peças indiretas conta com aspectos como a espessura da peça, agente cimentante e tipo de substrato dentário. De acordo com a recomendação usual, materiais cerâmicos necessitam de 1,5-2,0mm de espessura para serem resistentes à fratura⁴⁻⁶. Diante do desenvolvimento de materiais com propriedades mecânicas aprimoradas, em combinação com técnicas CAD / CAM e cimentação adesiva, permite-se a confecção de peças menos espessas⁷.

O desajuste marginal de peças indiretas é esperado e considerado aceitável entre 100µm a 120µm⁸⁻¹⁰. Assim, a utilização de cimentos é considerada fundamental para o selamento marginal e retenção de peças¹¹. No caso de cimentos resinosos, os mesmo são capazes de se unirem tanto à estrutura dental quanto às restaurações, possibilitando preparos mais conservadores e auxilia na obtenção de propriedades mecânicas mais adequadas do material^{11,12}. Os cimentos resinosos possuem melhores valores de resistência à compressão e desgaste^{13,14} e menor solubilidade dentre os cimentos disponíveis no mercado¹⁵. Porém, ainda não há cimento disponível que contemplem todas as exigências para se tornar ideal para qualquer ocasião¹¹. São necessárias melhorias para que os mesmos sejam capazes de manter sua integridade em ambiente úmido e quente, sujeitos à tensões das peças para a estrutura dentária^{11,16}.

Além de cimentos resinosos, o uso de compósitos fluidos é uma das alternativas viáveis em cimentações adesivas¹⁷. Estes, por apresentarem baixo módulo de elasticidade, podem promover melhor absorção das tensões de contração durante a polimerização e tensões mecânicas¹⁸. No entanto, devido sua menor

quantidade de carga inorgânica, espera-se maior contração de polimerização e degradação, quando comparados com compósitos convencionais¹⁹. Estudos sugerem então, o uso de resinas convencionais aquecidas para cimentação, uma vez que o aquecimento desses materiais promove diversas vantagens: fluidez aumentada (melhor condição e capacidade de trabalho)²⁰, melhor conversão dos monômeros e aumento da microdureza do material, com propriedades que favorecem a uma maior resistência à degradação no ambiente oral²¹. Diante do desafio da completa polimerização sob peças de diferentes espessuras, o uso de resinas bulk fill podem auxiliar nesse processo de cimentação, uma vez que estas apresentam melhor conversão polimérica de sua matriz em profundidades maiores, sem que haja uma diminuição das propriedades mecânicas²².

Dentro do planejamento de uma reabilitação protética, seja ela por meio de peças unitárias ou múltiplas, podemos optar por alternativas prévias que podem colaborar com todas as fases de execução, desde o preparo, moldagem ou outras formas de aquisição do preparo em boca, estendendo-se até a cimentação, alternativas essas que contribuem para maior taxa de sucesso reabilitador. Sendo assim, destacam-se dois procedimentos: "recolocação da margem cervical", introduzido por Dietschi e Spreafico²³, em 1998; e "resin coating", avaliado desde os primeiros trabalhos de Davidson et al.²⁴ em 1990.

A técnica denominada "realocação da margem cervical" (CMR), propõe a inserção de resina composta nas áreas proximais, a fim de realocar as margens da cavidade da posição sub-gengival para a supra-gengival²³. Este procedimento facilitará a etapa de preparo dental e estabelecimento de término, melhor tomada de impressão, melhor controle da técnica de cimentação adesiva, favorecendo também a remoção dos excessos do cimento, acabamento e polimento das margens²⁵.

O "resin coating" (ou "resinous bases") ou também denominada como camadas de ruptura de estresse²⁶⁻³² é uma técnica que propõe o uso de materiais resinosos fluidos ou convencionais (com módulos de elasticidade menores) de fina camada nas paredes de fundo da cavidade preparada, devendo então as margens gengivais serem finalizadas com pontas diamantadas³³. Tal procedimento é capaz de contribuir na absorção de tensões resultantes da polimerização, diminuem os riscos de formação de gaps entre a camada adesiva e o substrato dentário, auxilia na obtenção da integridade marginal, reduzindo os riscos da penetração bacteriana e permeabilidade dos fluídos intratubulares dentinários. Além disso, permite a confecção de preparos

mais conservadores^{23,34}, aumenta a força de adesão e qualidade de adaptação de peças indiretas³⁵⁻³⁹.

Diante da era da odontologia minimamente invasiva, a opção por uso de peças de fina espessura têm apresentado maior recorrência. A resistência à fratura de restaurações cerâmicas, também pode ser influenciada pelas propriedades do material de base⁴⁰. Assim, para alcançar melhores resultados clínicos, é de suma importância estudos que avaliem materiais resinosos para serem usados como base de peças indiretas, em combinação com diferentes agente cimentantes.

7 CONCLUSÃO

A resistência à fratura de peças de 1mm de espessura confeccionadas a partir de blocos CAD / CAM, sejam eles cerâmicos (dissilicato de lítio e feldspática) ou de compósito nano-híbrido, sofreu influência em relação ao material de *resin coating* utilizado.

Dentre os materiais avaliados para *resin coating*, a resina GrandioSO Heavy Flow foi a que mais corroborou para os melhores valores de resistência à fratura, independente dos materiais reabilitadores avaliados.

Todos os valores de resistência à fratura alcançados em nosso trabalho, superam os valores mínimos necessários para um bom desempenho clínico de peças indiretas, com isso podemos supor que, cimentação com resina fluida (GrandioSO Heavy Flow) e com resina bulk fill densa (SonicFill) pré-aquecidas, são viáveis como agente de cimentação para peças de 1mm dos materiais IPS e.max CAD, Cerec Blocs e Grandio Bloc.

REFERÊNCIAS*

1. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J*. 2009; 28(1): 44-56.
2. Kim TG, Kim S, Choi H, Lee JH, Kim JH, Moon HS. Clinical acceptability of the internal gap of CAD/CAM PD-AG crowns using intraoral digital impressions. *Biomed Res Int*. 2016; 2016:7065454.
3. Lambert H, Durand JC, Jacquot B, Fages M. Dental biomaterials for chairside CAD/CAM: state of the art. *J Adv Prosthodont*. 2017; 9(6): 486-95.
4. Stappert CFJ, Chitmongkolsuk S, Silva NRFA, Att W, Strub JR. Effect of mouth-motion fatigue and thermal cycling on the marginal accuracy of partial coverage restorations made of various dental materials. *Dent Mater*. 2008; 24 (9):1248–57.
5. Roulet JF. Longevity of glass ceramic inlays and amalgam-results up to 6 years. *Clin Oral Invest*. 1997; 1 (1): 40–6.
6. Federlin M, Krifka S, Herpich M, Hiller KA, Schmalz G. Partial ceramic crowns: influence of ceramic thickness, preparation design and luting material on fracture resistance and marginal integrity in vitro. *Oper Dent*. 2007; 32 (3): 251–60.
7. Magne P, Schlichting LH, Maia HP, Baratieri LN. In vitro fatigue resistance of CAD/CAM composite resin and ceramic posterior occlusal veneers. *J Prosthet Dent*. 2010; 104 (3): 149–57.
8. McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J*. 1971; 131(3): 107-11.
9. Reich S, Gozdowski S, Trentzsch L, Frankenberger R, Lohbauer U. Marginal fit of heat-pressed vs. CAD/CAM processed all-ceramic onlays using a milling unit prototype. *Oper Dent*. 2008; 33 (6): 644-50.
10. Davis DR. Comparison of fit of two types of all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1988; 59 (1): 12-8.
11. Pegoraro TA, da Silva NR, Carvalho RM. Cements for use in esthetic dentistry. *Dent Clin North Am*. 2007; 51(2): 453-71.

* De acordo com o Guia de Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas Vancouver. Disponível no site da Biblioteca: <http://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-atualizado.pdf>

12. Edelho D, M O'zcan. To what extent does the longevity of fixed dental prostheses depend on the function of the cement? Working group 4 materials: cementation. *Clin Oral Implants Res.* 2007; 18(3): 193–204.
13. Powers JM, O'Keefe KL. Cements: How to select the right one. *Dent Prod Rep.* 2005; 39: 76-8,100.
14. Powers JM, Sakaguchi RL. *Craig's restorative dental materials.* 12th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2006. p. 479-511.
15. Van Noort R. *Introduction to dental materials.* 2nd ed. St. Louis, MO: Mosby; 2002. p. 257-78
16. Li ZC, White SN. Mechanical properties of dental luting cements. *J Prosthet Dent.* 1999; 81(5): 597-609.
17. Barceleiro M de O, De Miranda MS, Dias KR, Sekito T Jr. Shear bond strength of porcelain laminate veneer bonded with flowable composite. *Oper Dent.* 2003; 28(4): 423-8.
18. Korkmaz Y, Ozel E, Attar N. Effect of flowable composite lining on microleakage and internal voids in Class II composite restorations. *J Adhes Dent.* 2007; 9(2): 189-94.
19. Oliveira LC, Duarte S Jr, Araujo CA, Abrahão A. Effect of low-elastic modulus liner and base as stress-absorbing layer in composite resin restorations. *Dent Mater.* 2010; 26(3): e159-69
20. Ayub KV, Santos GC Jr, Rizkalla AS, Bohay R, Pegoraro LF, Rubo JH, Santos MJ. Effect of preheating on microhardness and viscosity of 4 resin composites. *J Can Dent Assoc.* 2014; 80: e12.
21. Muñoz CA, Bond PR, Sy-Muñoz J, Tan D, Peterson J. Effect of pre-heating on depth of cure and surface hardness of light- polymerized resin composites. *Am J Dent.* 2008; 21(4): 215-22.
22. Lassila LV, Nagas E, Vallittu PK, Garoushi S. Translucency of flowable bulk-filling composites of various thicknesses. *Chin J Dent Res.* 2012; 15(1): 31-5.
23. Dietschi D, Spreafico R. Current clinical concepts for adhesive cementation of tooth-colored posterior restorations. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1998; 10(1): 47-54 quiz 56.
24. Kemp-Scholte CM, Davidson CL. Complete marginal seal of class V resin composite restorations effected by increased flexibility. *J Dent Res.* 1990; 69(6): 1240-3

25. D’Arcangelo C, Vanini L, Casinelli M, Frascaria M, De Angelis F, Vadini M, et al. Adhesive cementation of indirect composite inlays and onlays: a literature review. *Compend Contin Educ Dent*. 2015; 36 (8): 570-7 quiz 8.
26. Kemp-Scholte CM, Davidson CL. Marginal integrity related to bond strength and strain capacity of composite resin restorative systems. *J Prosthet Dent*. 1990; 64(6): 658–64
27. Kemp-Scholte CM, Davidson CL. Complete marginal seal of class V resin composite restorations effected by increased flexibility. *J Dent Res*. 1990; 69:1240-1243
28. Ausiello P, Rengo S, Davidson CL, Watts DC. Stress distributions in adhesively cemented ceramic and resin–composite class II inlay restorations: a 3D-FEA study. *Dent Mater*. 2004; 20(9): 862-72
29. Ausiello P, Apicella A, Davidson CL. Effect of adhesive layer properties on stress distribution in composite restorations-a 3D finite element analysis. *Dent Mater*. 2002; 18(4): 295–303.
30. Dietschi D, Olsburgh S, Krejci I, Davidson C. In vitro evaluation of marginal and internal adaptation after occlusal stressing of indirect class II composite restorations with different resinous bases. *Eur J Oral Sci*. 2003; 111(1): 73–80.
31. Chuang SF, Jin YT, Liu JK, Chang CH, Shieh DB. Influence of flowable composite lining thickness on class II composite restorations. *Oper Dent*. 2004; 29 (3): 301-8.
32. Dewaele M, Asmussen E, Devaux J, Leloup G. Class II restorations: influence of a liner with rubbery qualities on the occurrence and size of cervical gaps. *Eur J Oral Sci*. 2006; 114(6): 535-41
33. Rocca GT, Gregor G, Sandoval MJ, Krejci I, Dietschi D. In vitro evaluation of marginal and internal adaptation after occlusal stressing of indirect class II composite restorations with different resinous bases and interface treatments. “Post-fatigue adaptation of indirect composite restorations”. *Clin Oral Investig*. 2012; 16 (5): 1385-93.
- 34: Rocca GT, Krejci I. Bonded indirect restorations for posterior teeth: from cavity preparation to provisionalization. *Quintessence Int*. 2007; 38(5): 371- 9
- 35: Paul SJ, Scharer P. The dual bonding technique: a modified method to improve adhesive luting procedures. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1997; 17(6): 536–45

- 36: Bertschinger C, Paul SJ, Luthy H, Scharer P. Dual application of dentin bonding agents: effect on bond strength. *Am J Dent*. 1996; 9: 115-9.
- 37: Dietschi D, Herzfeld D. In vitro evaluation of marginal and internal adaptation of class II resin composite restorations after thermal and occlusal stressing. *Eur J Oral Sci*. 1998; 106(6): 1033-42.
- 38: Magne P, Douglas WH. Porcelain veneers: dentin bonding optimization and biomimetic recovery of the crown. *Int J Prosthodont*. 1999; 12(2): 111-21.
- 39: Magne P, So WS, Cascione D. Immediate dentin sealing supports delayed restoration placement. *J Prosthet Dent*. 2007; 98(3): 166–74
- 40: Kurtoglu C, Uysal H, Mamedov A. Influence of layer thickness on stress distribution in ceramic-cement-dentin multilayer systems. *Dent Mater J*. 2008; 27(4): 626–32.
41. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res* 1982; 16(3):265-73.
42. Magne P. Immediate dentin sealing: a fundamental procedure for indirect bonded restorations. *Review J Esthet Restor Dent*. 2005;17(3):144-54.
43. Yazigi C, Kern M, Chaar MS. Influence of various bonding techniques on the fracture strength of thin CAD/CAM-fabricated occlusal glass-ceramic veneers. *J Mech Behav Biomed Mater actions*; 2017. 75: 504-11.
- 44: Ashy LM, Marghalani H, Silikas N. In vitro evaluation of marginal and internal adaptations of ceramic inlay restorations associated with immediate vs delayed dentin sealing techniques. *Int J Prosthodont*. 2020; 33(1):48-55.
- 45: Nikaido T, Tagami J, Yatani H, Ohkubo C, Nihei T, Koizumi H, et al. Concept and clinical application of the resin-coating technique for indirect restorations. *Dent Mater J*. 2018; 37(2):192-6.
- 46: Prakki A , Ribeiro IWJ, Cilli R, Mondelli RFL. Assessing the tooth-restoration interface wear resistance of two cementation techniques: effect of a surface sealant. *Oper Dent*. 2005; 30(6):739-46.
- 47: Senawongse P, Pongprueksa P, Tagami J. The effect of the elastic modulus of low-viscosity resins on the microleakage of class V resin composite restorative under occlusal loading. *Dent Mater J*. 2010; 29(3): 1-6.
- 48: Medina ADC, Paula AB, Fucio SBP, Puppim-Rontani RM, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti MAC. Marginal adaptation of indirect restorations using different resin coating protocols. *Braz Dent J*. 2012; 23(6): 672-8.

- 49: Murata T, Maseki T e Nara Y. Effect of immediate dentin sealing applications on bonding of CAD/CAM ceramic onlay restoration. *Dent Mater J.* 2018; 37(6): 928-39
- 50: Akehashi S, Takahashi R, Nikaido T, Burrow MF, Tagami J. Enhancement of dentin bond strength of resin cement using new resin coating materials. *Dent Mater J.* 2019; 38(6): 955-62.
- 51: Rozan S, Takahashi R, Nikaido T, Tichy A, Tagami J. CAD/CAM-fabricated inlay restorations: Can the resin-coating technique improve bond strength and internal adaptation? *Dent Mater J.* 2020; 39(6):941-9.
- 52: Ilgenstein I, Zitzmann NU, Bühler J, Wegehaupt FJ, Attin T, Weiger R, et al. Influence of proximal box elevation on the marginal quality and fracture behavior of root-filled molars restored with CAD/CAM ceramic or composite onlays. *Clin Oral Invest.* 2015; 19 (5): 1021–8
- 53: Poggio C, Chiesa M, Scribante A, Mekler J, Colombo M. Microleakage in class II composite restorations with margins below the CEJ: In vitro evaluation of different restorative techniques. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2013; 18(5): e793-8.
- 54: Spitznagel FA, Boldt J, Gierthmuehlen PC. CAD/CAM ceramic restorative materials for natural teeth. *J Dent Res.* 2018; 97(10): 1082–91.
- 55: Bajraktarova-Valjakova E, Korunoska-Stevkovska V, Kapusevska B, Gigovski N, Bajraktarova-Misevska C, Grozdanov A. Contemporary dental ceramic materials, a review: Chemical composition, physical and mechanical properties, indications for use. *Open Access Maced J Med Sci.* 2018; 6(9): 1742–55.
- 56: Sulaiman T A. Materials in digital dentistry-A review. *J Esthet Restor Dent.* 2020; 32(2):171-81.
- 57: Albelasy EH, Hamama HH, Tsoi JKH, Mahmoud SH. Fracture resistance of CAD/CAM occlusal veneers: A systematic review of laboratory studies. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2020; 110:103948.
- 58: Ma L, Guess PC, Zhang Y. Load-bearing properties of minimal-invasive monolithic lithium disilicate and zirconia occlusal onlays: finite element and theoretical analyses. *Dent Mater.* 2013; 29(7):742-51.
- 59: Chen C, Trindade FZ, de Jager N, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. The fracture resistance of a CAD/CAM Resin Nano Ceramic (RNC) and a CAD ceramic at different thicknesses. *Dent Mater.* 2014; 30(9): 954-62.

- 60: Carvalho AO, Bruzi G, Giannini M, Magne P. Fatigue resistance of CAD/CAM complete crowns with a simplified cementation process. *J Prosthet Dent.* 2014; 111(4):310-7.
- 61: Awada A, Nathanson D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2015; 114 (4): 587-93
- 62: Sasse M, Krummel A, Klosa K, Kern M. Influence of restoration thickness and dental bonding surface on the fracture resistance of full-coverage occlusal veneers made from lithium disilicate ceramic. *Dent Mater.* 2015; 31(8): 907-15.
- 63: Andrade JP, Stona D, Bittencourt HR, Borges GA, Burnett Júnior LH, Spohr AM. Effect of different computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM) materials and thicknesses on the fracture resistance of occlusal veneers. *Oper Dent.* 2018; 43(5): 539-48.
- 64: Alamoush RA, Silikas N, Salim NA, Al-Nasrawi S, Satterthwaite JD. Effect of the composition of CAD/CAM composite blocks on mechanical properties. *Biomed Res Int.* 2018; 2018:1-8.
- 65: Yazigi C, Schneider H, Chaar MS, Rüger C, Haak R, Kern M. Effects of artificial aging and progression of cracks on thin occlusal veneers using SD-OCT. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2018; 88: 231-7.
- 66: Morais A, Santos ARA, Giannini M, Reis AF, Rodrigues JÁ, Arrais CAG. Effect of pre-heated dual-cured resin cements on the bond strength of indirect restorations to dentin. *Braz Oral Res.* 2012; 26 (2): 179-6.
- 67: Leprince JG, Palin WM, Vanacker J, Sabbagh J, Devaux J, Leloup G. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *J Dent.* 2014; 42(8): 993-1000.
- 68: Tauböck TT, Tarle Z, Marovic D, Attin T. Pre-heating of high-viscosity bulk-fill resin composites: effects on shrinkage force and monomer conversion. *J Dent.* 2015; 43(11): 1358-64.
- 69: Misilli T, Gönülol N. Water sorption and solubility of bulk-fill composites polymerized with a third generation LED LCU. *Braz Oral Res.* 2017; 31: e80.
- 70: Gresnigt MMM, Özcan M, Carvalho M, Lazari P, Cune MS, Razavi P, Magne P. Effect of luting agent on the load to failure and accelerated-fatigue resistance of lithium disilicate laminate veneers. *Dent Mater.* 2017; 33(12): 1392-401.

- 71: Bakaus TE, Gruber YL, Reis A, Gomes OMM, Gomes GM. Bond strength values of fiberglass post to flared root canals reinforced with different materials. *Braz Oral Res.* 2018; 32: 1-9.
- 72: Lima MO, Catelan A, Marchi GM, Lima DANL, Martins LRM, Aguiar FHB. Influence of pre-heating and ceramic thickness on physical properties of luting agents. *Braz Dent J.* 2018; 16(4) 252–9
- 73: Goulart M, Veleda BB, Damin D, Ambrosano GMB, de Souza FHC, Erhardt MCG. Preheated composite resin used as a luting agent for indirect restorations: effects on bond strength and resin-dentin interfaces. *Int J Esthet Dent.* 2018; 13(1): 86-97.
- 74: Tomaselli LO, Oliveira DCRS, Favarão J, Silva AF, Souza FCP, Geraldeli S, et al. Influence of pre-heating regular resin composites and flowable composites on luting ceramic veneers with different thicknesses. *Brazilian Dental Journal.* 2019; 30(5): 459-66
- 75: Coelho NF, Barbon FJ, Machado RG, Boscato N, Moraes RR. Response of composite resins to preheating and the resulting strengthening of luted feldspar ceramic. *Dent Mater.* 2019; 35 (10): 1430-8
- 76: Schneider LFJ, Ribeiro RB, Liberato WF, Salgado VE, Moraes RR, Cavalcante LM. Curing potential and color stability of different resin-based luting materials. *Dent Mater.* 2020; 36(10): e309-15.
- 77: Lopes LCP, Terada RSS, Tsuzuki FM, Giannini M, Hirata R. Heating and preheating of dental restorative materials-a systematic review. *Clin Oral Investig.* 2020; 24(12): 4225-35.
- 78: Wang RT, Katsube N, Seghi RR, Rokhlin SI. Statistical failure analysis of brittle coatings by spherical indentation: theory and experiment. *J Mater Sci.* 2006; 41: 5441-54.
- 79: Gale, MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent.* 1999; 27(2): 89-99.
- 80: International Organization for Standardization (ISO). Guidance on testing of adhesion to tooth structure: TR 11405. Geneva: ISO; 1994 p.1-14.
- 81: Thompson VP, Rekow DE. Dental ceramics and the molar crown testing ground. *J Appl Oral Sci.* 2004; 12(sp. issue): 26-36.
- 82: Puschmann D, Wolfart S, Ludwig K, Kern M. Load-bearing capacity of all-ceramic posterior inlay-retained fixed dental prostheses. *Eur J Oral Sci.* 2009; 117 (3): 312-8.

- 83: El-Safty S, Akhtar R, Silikas N, Watts DC. Nanomechanical properties of dental resin-composites. *Dent Mater.* 2012; 28(12):1292-300.
- 84: Sandoval MJ, Rocca GT, Krejci I, Mandikos M, Dietschi D. Assessing the tooth-restoration interface wear resistance of two cementation techniques: effect of a surface sealant. *Clin Oral Investig.* 2015; 19(9): 2167-77.
- 85: Facenda JC, Borba M, Corazza PH. A literature review on the new polymer-infiltrated ceramic-network material (PICN). *J Esthet Restor Dent.* 2018 Jul; 30(4):281-286.
- 86: Fortin D, Swift Jr EJ, Denehy GE, Reinhardt JW. Bond strength and microleakage of current dentin adhesives. *Dent Mater.* 1994; 10(4): 253–8.