

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
DOUTORADO

**ESTUDO DE PROPRIEDADES FÍSICO-  
QUÍMICAS E MECÂNICAS DE  
RESINAS COMPOSTAS PRÉ-  
AQUECIDAS**

**SÃO LUÍS**

**2022**

**CAROLINA CARRAMILO RAPOSO**

**ESTUDO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E MECÂNICAS DE  
RESINAS COMPOSTAS PRÉ-AQUECIDAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Odontologia.

**Orientador:** Prof. Dr. Darlon Martins Lima

**SÃO LUÍS**

**2022**

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Carramilo Raposo, Carolina.

Estudo de propriedades físico-químicas e mecânicas de resinas compostas pré-aquecidas / Carolina Carramilo Raposo. - 2022.

81 f.

Orientador(a): Darlon Martins Lima.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Odontologia/ccbs, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2022.

1. Cimentos dentários. 2. Facetas dentárias. 3. Resinas compostas. I. Martins Lima, Darlon. II. Título.

**CAROLINA CARRAMILO RAPOSO**

**ESTUDO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E MECÂNICAS DE  
RESINAS COMPOSTAS PRÉ-AQUECIDAS**

A Comissão julgadora da Defesa do Trabalho Final de Doutorado em Odontologia, em sessão pública realizada no dia 01/12/2022, considerou a candidata

APROVADA

REPROVADA

- 1) Examinador: Prof. Dr. Breno Mont'Alverne Haddade Silva
- 2) Examinador: Prof. Dr. Edilausson Moreno Carvalho
- 3) Examinador: Profa. Dra. Fabiana Suelen Figuerêdo de Siqueira
- 4) Examinador: Prof. Dr. Paulo Vitor Campos Ferreira
- 5) Presidente (Orientador): Prof. Dr. Darlon Martins Lima

*“Consagre ao Senhor tudo o que você faz, e os seus planos serão bem-sucedidos”*

*Provérbios 16:3*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus a oportunidade de fazer esse Doutorado, que foi um processo de muito aprendizado e crescimento profissional.

Aos meus pais, por todo o apoio e investimento em minha educação que sempre foi prioridade na nossa família. Se hoje estou aqui, é porque eles me guiaram nesse caminho.

Às minhas irmãs, Kamila e Clarissa, pela parceria e torcida em todos os momentos da minha vida.

Ao meu noivo, Christyann, por estar mais do que presente e dividir comigo as alegrias e dificuldades desse doutorado.

Ao meu orientador, professor Darlon, por toda a tranquilidade, gentileza e compreensão ao longo desses anos e por me dar todo o apoio desde a fase de projeto até a realização da minha pesquisa.

Ao professor Bauer, por toda a ajuda no delineamento e condução dos experimento e estar sempre disposto a nos ajudar.

A todos os professores do PPGO-UFMA pelo amor à docência e pesquisa e serem nossa inspiração.

À Luanna Nery, por toda a dedicação e parceria na execução dos testes da pesquisa. Ao Guilherme França, Franklin Monteiro e Bruno Martins por colaborar na execução dos testes laboratoriais.

À Central Analítica de Química, especialmente aos técnicos Geyse e Hugo, na condução das análises no infravermelho.

Ao professor Edilausson, por ajudar no tratamento dos dados e interpretação das análises do grau de conversão.

A todos os professores das bancas que contribuíram para o aperfeiçoamento do trabalho ao longo do doutorado.

Muito obrigada por me ajudarem na construção desse trabalho!

## LISTA DE FIGURAS

### *Capítulo I*

Figure 1. Study design. ....	24
------------------------------	----

## LISTA DE TABELAS

### *Capítulo I*

Table 1. Manufacture, classification, composition, and lot number of the materials used in this study.....	24
Table 2. Means $\pm$ SD of flexural strength, modulus of elasticity, fracture toughness and microshear bond strength of the groups tested .....	29
Table 3. Means $\pm$ SD of degree of conversion (%), flow (mm), sorption ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ ), solubility ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ ), and color variation of the groups tested.....	30
Table 4. Two-way ANOVA of the microshear bond strength .....	30
Table 5. Mean percentage (%) of failure modes after shear bond strength test .....	31

### *Capítulo II*

Tabela 1. Materiais utilizados neste estudo .....	43
Tabela 2. Médias $\pm$ DP de grau de conversão (%), espessura de película (mm) e resistência de união ao microcisalhamento (MPa) dos grupos testados.....	49
Tabela 3. Modos de falha (%) após teste de resistência de união ao microcisalhamento .....	49
Tabela 4. Resultados de alteração de cor ( $\Delta E$ ) nos diferentes tempos experimentais ....	50



## RESUMO

O interesse na utilização de resinas compostas como agentes cimentantes de restaurações indiretas vem crescendo ao longo dos anos, por meio da diminuição de sua viscosidade através do pré-aquecimento. Todavia, poucos estudos realizaram a comparação com cimentos resinosos. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do pré-aquecimento nas propriedades físico-químicas e mecânicas de resinas compostas utilizadas para cimentação de restaurações cerâmicas em dissilicato de lítio (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent). As resinas compostas foram aquecidas a 69°C em um dispositivo odontológico (HotSet - Technolife) antes da fotoativação. No Capítulo I, foram utilizadas duas resinas compostas pré-aquecidas, microhíbrida (Filtek Z250 - 3M ESPE) e nanohíbrida (Filtek Z350XT- 3M ESPE), em comparação com dois cimentos resinosos, dual (RelyX ARC- 3M ESPE) e fotopolimerizável (RelyX Veneer - 3M ESPE). Foram realizados os testes de grau de conversão por espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR), resistência flexural, módulo de elasticidade, tenacidade à fratura, sorção e solubilidade, escoamento, estabilidade de cor e resistência de união ao microcisalhamento. No Capítulo II, foram avaliadas três resinas pré-aquecidas: microhíbrida (Filtek Z100 – 3MESPE), *bulk-fill* de consistência regular (Opus APS – FGM) e *bulk-fill* termoviscosa (Viscalor – VOCO), em comparação com uma resina *bulk-fill* de consistência fluida (Opus APS Flow - FGM) e um cimento resinoso fotopolimerizável (RelyX Veneer - 3M ESPE). Foram realizados os testes de grau de conversão por espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR), espessura de película, estabilidade de cor e resistência de união ao microcisalhamento. As análises estatísticas foram realizadas por testes ANOVA e *post-hoc* Holm-Sidak ( $\alpha=0,05$ ). No Capítulo I, os resultados mostraram que o pré-aquecimento não teve efeito no grau de conversão, resistência flexural, tenacidade à fratura, solubilidade ou resistência

de união no esmalte ( $p>0,05$ ), mas aumentou a sorção e reduziu a resistência de união na cerâmica ( $p<0,05$ ). O escoamento das resinas aumentou com o aquecimento, mas foi inferior ao escoamento dos cimentos resinosos ( $p<0,05$ ). A estabilidade de cor foi mais afetada nas resinas compostas pré-aquecidas que nos cimentos resinosos. No Capítulo II, a resina Opus apresentou maior grau de conversão em comparação às resinas Z100 e Viscolor ( $p<0,05$ ), sendo semelhante à resina *flow*. A espessura de película das resinas pré-aquecidas foi maior em comparação à resina *flow* e ao cimento resinoso ( $p<0,001$ ). No esmalte, a resistência de união da resina Viscolor foi superior ao cimento Veneer ( $p<0,001$ ). Na cerâmica, a resistência de união das resinas pré-aquecidas foi superior ao cimento resinoso ( $p<0,05$ ). A estabilidade de cor foi influenciada significativamente pelo fator tempo ( $p<0,05$ ), porém não houve diferença entre os materiais ( $p>0,05$ ). Após armazenamento em água, todos os materiais apresentaram alteração de cor ao longo do tempo. Concluiu-se que o pré-aquecimento resultou em pouco ou nenhum benefício às propriedades testadas em comparação à resina *flow* e cimentos resinosos. Assim, os cimentos resinosos parecem ser a melhor opção para cimentação de restaurações indiretas.

**Palavras-chave:** resinas compostas, cimentos dentários, facetas dentárias.

## ABSTRACT

The interest of using composite resins as cements for indirect restorations has been growing over time, through the reduction in viscosity achieved by preheating. However, there are few studies comparing preheated resins with resin cements. Therefore, the purpose of this study was to evaluate the effect of preheating on physical-chemical and mechanical properties of composite resins for cementing disilicate of lithium ceramic restorations (IPS e.max Press, Ivoclar Viva) through laboratory tests. The composite resins were heated to 69°C in a dental heating device (HotSet - Technolife) before light curing. In Chapter I, two preheated composite resins, microhybrid (Filtek Z250 - 3M ESPE) and nanohybrid (Filtek Z350XT- 3M ESPE) were used, in comparison with two resin cements, dual (RelyX ARC-3M ESPE) and light cured (RelyX Veneer - 3M ESPE). Degree of conversion by Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), flexural strength, elastic modulus, fracture toughness, sorption and solubility, flow, color stability and microshear bond strength were performed. In Chapter II, three preheated resins were used: microhybrid (Filtek Z100 – MESPE), regular consistency bulk-fill (Opus APS – FGM) and thermoviscous bulk-fill (Viscalor – VOCO), compared to a flowable bulk-fill (Opus APS Flow - FGM) and a light-curing resin cement (RelyX Veneer - 3M ESPE). The following tests were performed: degree of conversion by Fourier transformed infrared spectroscopy (FTIR), film thickness, color stability and microshear bond strength. The statistical analyses were performed by ANOVA and post-hoc Holm-Sidak tests ( $\alpha=0,05$ ). In Chapter I, the results showed no effect of preheating on degree of conversion, flexural strength, fracture toughness, solubility or enamel-bond strength ( $p>0,05$ ), but increased sorption and reduced ceramic-bond strength ( $p<0,05$ ). The flow of resins increased after heating, but it was inferior to resin cements ( $p<0,05$ ). Color stability was more affected in preheated composite resins than in resin cements. In

Chapter II, Opus showed a higher degree of conversion compared to Z100 and Viscolor resins ( $p < 0,05$ ), similarly to flowable resin. The film thickness of preheated resins was higher compared to flowable resin and resin cement ( $p < 0,001$ ). In enamel, the bond strength of Viscolor resin was superior to Veneer cement ( $p < 0,001$ ). In ceramics, the bond strength of preheated resins was higher than resin cement ( $p < 0,05$ ). Color stability was significantly influenced by the factor time ( $p < 0,05$ ), but there was no difference between materials ( $p > 0,05$ ). After water storage, all materials showed color alteration over time. It was concluded that preheating resulted in little or no benefit to the properties tested compared to flowable resin and resin cements. Thus, resin cements seem to be the best option for cementing indirect restorations.

**Keywords:** composite resins, resins cements, dental veneers.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	<i>ix</i>
ABSTRACT .....	<i>xi</i>
1 INTRODUÇÃO .....	14
2 CAPÍTULO I - Effect of preheating on the physicochemical properties and bond strength of composite resins utilized as dental cements: An in vitro study.....	20
3 CAPÍTULO II - Efeito de resinas pré-aquecidas usadas como agentes cimentantes no grau de conversão, espessura de película, resistência de união e estabilidade de cor de laminados cerâmicos.....	40
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	59
REFERÊNCIAS .....	60
APÊNDICES	
ANEXO A – Diretrizes para publicação de trabalhos na Journal of Prosthetic dentistry.....	66

## 1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda estética dos pacientes, aliada à conservação da estrutura dental, ampliou o uso dos materiais resinosos na prática odontológica restauradora. A resina composta foi aperfeiçoada ao longo dos anos e apresenta ótimas propriedades físico-químicas, que a tornam material de primeira escolha para restauração de dentes anteriores e posteriores (ACQUAVIVA et al., 2009).

No contexto da busca por restaurações estéticas, os laminados cerâmicos têm se popularizado. A etapa de cimentação é um aspecto importante para o sucesso e longevidade desse tratamento restaurador (TIAN et al., 2014). Os cimentos resinosos fotopolimerizáveis são os materiais de eleição, mas resinas convencionais pré-aquecidas têm sido utilizadas com a finalidade de cimentar essas peças protéticas, devido a características como melhores propriedades mecânicas, menor degradação marginal e variedade de cores disponíveis (FALACHO et al., 2022).

A proposta de aquecer a resina composta antes da fotopolimerização surgiu com o objetivo de diminuir a viscosidade de resinas com alto conteúdo de carga inorgânica sem prejuízo nas propriedades do material polimerizado (DARONCH; RUEGGEBERG; DE GOES, 2005)(DARONCH; RUEGGEBERG; DE GOES, 2005). A aplicação de calor promoveu maior mobilidade dos monômeros, aumentando a frequência de colisão de espécies reativas e maior conversão antes do ponto de vitrificação (DARONCH; RUEGGEBERG; DE GOES, 2005; DARONCH et al., 2006; DEMIRBUGA et al., 2016). Como consequência, resinas compostas apresentaram melhores propriedades físicas e mecânicas (WAGNER et al., 2008; DA COSTA; HILTON; SWIFT JR., 2011; ALIZADEH OSKOEI et al., 2017).

O pré-aquecimento pode ser feito por meio de dispositivos de aquecimento disponíveis no mercado para essa finalidade, tais como Calset<sup>®</sup> (AdDent Inc.), ENA Heat<sup>®</sup> (Micerium Spa), Ease-It<sup>®</sup> (RØNVIG Dental Mfg. A/S) e Hot Set<sup>®</sup> (Technolife). A maioria dos trabalhos utilizou o Calset<sup>®</sup> (BLALOCK; HOLMES; RUEGGERBERG, 2006; DARONCH et al., 2006; WAGNER et al., 2008; ACQUAVIVA et al., 2009; WALTER et al., 2009; RUEGGERBERG et al., 2010; RICKMAN; PADIPATVUTHIKUL; CHEE, 2011; EL-DEEB; EL-AZIZ; MOBARAK, 2015; DEMIRBUGA et al., 2016; KRAMER; EDELHOFF; STAWARCZYK, 2016), que é capaz de aquecer a resina a 37-68°C, temperaturas consideradas seguras uma vez que não causam a volatilização de componentes reativos, não afetando, portanto, sua capacidade de polimerizar (DARONCH et al., 2006). Outros estudos utilizaram incubadora bacteriológica (DOS SANTOS et al., 2011; SHARAFEDDIN; MOTAMEDI; FATTAH, 2015), fornos laboratoriais digitais (WALTER et al., 2009; GOULART et al., 2018) ou banho-maria controlado por termostato (OSTERNACK et al., 2013; MOHAMMADI et al., 2016; ALIZADEH OSKOEI et al., 2017).

As temperaturas para o pré-aquecimento variam entre os estudos, sendo as mais utilizadas: 37°C (WALTER et al., 2009; EL-KORASHY, 2010; OSTERNACK et al., 2013; KRAMER; EDELHOFF; STAWARCZYK, 2016; MOHAMMADI et al., 2016), 39°C (D'AMARIO et al., 2015), 40°C (UCTASLI et al., 2008; BEIER; DUMFAHRT, 2014), 45°C (D'AMARIO et al., 2013; AHN et al., 2015; SHARAFEDDIN; MOTAMEDI; FATTAH, 2015), 54°C (BLALOCK; HOLMES; RUEGGERBERG, 2006; DARONCH et al., 2006; ACQUAVIVA et al., 2009; WALTER et al., 2009; EL-KORASHY, 2010; DOS SANTOS et al., 2011; EL-DEEB; EL-AZIZ; MOBARAK, 2015; KRAMER; EDELHOFF; STAWARCZYK, 2016; THEOBALDO et al., 2017) 54.4°C (WAGNER et al., 2008), 55°C (GRESNIGT; KALK; OZCAN, 2013;

DIONYSOPOULOS; PAPADOPOULOS; KOLINIOTOU-KOUMPIA, 2015), 60°C (BLALOCK; HOLMES; RUEGGERBERG, 2006; DARONCH et al., 2006; RUEGGERBERG et al., 2010; DOS SANTOS et al., 2011; OSTERNACK et al., 2013; AHN et al., 2015; KAHNAMOU EI et al., 2017), 64°C (GOULART et al., 2018) e 68°C (WALTER et al., 2009; EL-KORASHY, 2010; TANTBIROJN et al., 2011; TAUBÖCK et al., 2015; DEMIRBUGA et al., 2016; KRAMER; EDELHOFF; STAWARCZYK, 2016).

Acerca do tempo de aquecimento, alguns estudos não relataram o tempo utilizado (ACQUAVIVA et al., 2009; EL-KORASHY, 2010; RICKMAN; PADIPATVUTHIKUL; CHEE, 2011; TAUBÖCK et al., 2015; DEMIRBUGA et al., 2016; KRAMER; EDELHOFF; STAWARCZYK, 2016). Outros estudos empregaram 30 s (PRASANNA et al., 2007; AHN et al., 2015), 5 min (GOULART et al., 2018), 10 min (CHOUDHARY et al., 2011), 12 min (D'AMARIO et al., 2015; ALIZADEH OSKOEI et al., 2017; KAHNAMOU EI et al., 2017), 15 min (DARONCH et al., 2006; SHARAFEDDIN; MOTAMEDI; FATTAH, 2015; MOHAMMADI et al., 2016) e 1h (DOS SANTOS et al., 2011; THEOBALDO et al., 2017). A falta de padronização entre os estudos quanto à forma de aquecer a resina, temperatura e tempo utilizados pode explicar as controvérsias na literatura quanto aos efeitos do pré-aquecimento.

Alguns estudos relataram benefícios no grau de conversão (DEB et al., 2011; MUNDIM et al., 2011; CALHEIROS et al., 2014), resistência flexural (SHARAFEDDIN; MOTAMEDI; FATTAH, 2015; KRAMER; EDELHOFF; STAWARCZYK, 2016), tenacidade à fratura, microdureza (MOHAMMADI et al., 2016; ELKAFFAS et al., 2019), melhor adaptação interfacial (FRÓES-SALGADO et al., 2010; DEB et al., 2011; GOULART et al., 2018), menor microinfiltração (WAGNER et al., 2008; DEB et al., 2011; GOULART et al., 2018), diminuição da viscosidade (DEB et al.,



2011; COELHO et al., 2019; MARCONDES et al., 2020; LOUMPRINIS et al., 2021), melhor estabilidade de cor (SCHNEIDER et al., 2020), menor sorção e solubilidade (DE CASTRO et al., 2013). Por outro lado, outros estudos demonstraram não haver diferenças entre o material com ou sem pré-aquecimento (FRÓES-SALGADO et al., 2010; DEB et al., 2011; MUNDIM et al., 2011; ALMEIDA et al., 2015; ELKAFFASS et al., 2020; GUGELMIN et al., 2020), sinalizando que os efeitos variam conforme a composição do material (COELHO et al., 2019; MARCONDES et al., 2020).

Apesar de haver muitos estudos nesse tema, a maioria deles avaliou as resinas pré-aquecidas tendo como controle a mesma resina em temperatura ambiente, o que reforça a sua utilização como material restaurador direto. No entanto, as resinas pré-aquecidas também têm sido recomendadas para cimentação de restaurações indiretas, com base no conceito de diminuição da viscosidade, melhoria de suas propriedades físico-químicas em relação aos cimentos resinosos (ALMEIDA et al., 2015; FALACHO et al., 2022). Contudo, poucos estudos (ACQUAVIVA et al., 2009; D'ARCANGELO et al., 2012; ALMEIDA et al., 2015; KRAMER; EDELHOFF; STAWARCZYK, 2016; GOULART et al., 2018; LOPES et al., 2020; MARCONDES et al., 2020; SCHNEIDER et al., 2020; FALACHO et al., 2022) realizam a comparação com cimentos resinosos na cimentação de restaurações em cerâmica.

Acquaviva et al. (2009) realizaram um estudo *in vitro* que avaliou o grau de conversão de cimentos resinosos duais ou fotopolimerizáveis para cimentação de restaurações indiretas em resina composta (ACQUAVIVA et al., 2009). Investigaram como a temperatura de pré-aquecimento da resina composta utilizada para cimentação influenciou o grau de conversão. Cento e oitenta onlays em resina composta de diferentes espessuras (2 mm, 3 mm, 4 mm) foram cimentadas com três diferentes compósitos: dois cimentos de cura dual (Variolink II e Calibra) e um compósito fotopolimerizável (Venus).

O compósito fotopolimerizável foi empregado em temperatura ambiente e após o pré-aquecimento 54°C. Cada amostra foi examinada em três posições usando o espectrômetro Micro-Raman (Dilor HR LabRam) para avaliar o grau de conversão do polímero. Os resultados mostraram que os materiais de polimerização dual apresentaram percentuais médios de conversão próximos a 64%. Embora a espessura das onlays influencie o grau de conversão, a resina composta fotopolimerizável apresentou resultados satisfatórios apenas quando a espessura de onlays era fina, porém o pré-aquecimento melhorou significativamente o desempenho do compósito fotopolimerizável sob onlays de grande espessura.

O estudo de Goulart et al. (2018) avaliou o efeito de pré-aquecimento de resinas compostas utilizadas como agentes cimentantes de restaurações indiretas na resistência de união à microtração (GOULART et al., 2018). Os materiais empregados como agentes cimentantes de restaurações indiretas em resina composta de 2 ou 4 mm de espessura foram um cimento resinoso dual e duas resinas compostas, empregadas em temperatura ambiente ou pré-aquecidas a 64°C. Os resultados mostraram que a resina composta pode alcançar resistência de união igual ou superior ao cimento em restaurações com 2 mm de espessura. No entanto, esses estudos avaliaram restaurações indiretas confeccionadas em resina compostas.

O estudo de Kramer et al. (2016) avaliou a resistência de união ao cisalhamento à cerâmica reforçada por leucita com 3 mm de espessura (KRAMER; EDELHOFF; STAWARCZYK, 2016). Esse estudo avaliou resinas pré-aquecidas para cimentação de restaurações cerâmicas, mas não compara com nenhum cimento resinoso e não avalia o substrato esmalte. Os autores mostraram aumento na resistência de união à dentina para a resina Filtek Supreme XT em relação à Tetric EvoCeram mas o pré-aquecimento não

influenciou na resistência. Para a resistência de união à cerâmica, a Tetric EvoCeram, quando pré-aquecida a 37, 54 e 68°C, mostrou superioridade em relação ao controle.

Um estudo avaliou a estabilidade de cor de restaurações cerâmicas como o de Almeida et al. (2015) que comparou cimento dual RelyX ARC, cimento fotopolimerizável RelyX Veneer, resina Filtek Flow e resina Filtek Z350XT pré-aquecida. A estabilidade de cor dos materiais resinosos foi semelhante, exceto para o cimento dual que apresentou maior alteração de cor (ALMEIDA et al., 2015). Por outro lado, Schneider et al. (2020) observaram que a resina pré-aquecida Filtek Supreme teve menor alteração de cor em comparação aos cimentos RelyX ARC, Ultimate e Veneer (SCHNEIDER et al., 2020).

As controvérsias na literatura podem ser explicadas pelas variações na composição química das resinas compostas (COELHO et al., 2019; MARCONDES et al., 2020; SOUZA et al., 2022), falta de padronização do tempo e temperatura, método de fotopolimerização e habilidade do operador (LOPES et al., 2020). Além disso, a natureza laboratorial dos estudos, o curto prazo, e a falta de comparação com cimentos resinosos dificulta o estabelecimento de evidência científica (LOPES et al., 2020; SOUZA et al., 2022).

Novos materiais surgiram no mercado, como resinas bulkfill e termoviscosas e é preciso saber como reagem ao pré-aquecimento antes de optar por sua utilização para cimentação. Além disso, é preciso investigar a interação de materiais aquecidos com o substrato do esmalte e cerâmica e a estabilidade de cor ao longo do tempo, uma vez que essa técnica tem sido muito empregada na cimentação de laminados cerâmicos.

Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito do pré-aquecimento nas propriedades físico-químicas e mecânicas de resinas compostas utilizadas para cimentação de restaurações cerâmicas em dissilicato de lítio.

## 2. CAPÍTULO I

### **Effect of preheating on the physicochemical properties and bond strength of composite resins utilized as dental cements: An in vitro study**

(Artigo aceito para publicação no periódico Journal of Prosthetic Dentistry)

#### **Abstract**

**Statement of problem.** Little is known regarding the use of preheated composite resins to bond indirect restorations and its impact on mechanical properties when compared with resin cements.

**Purpose.** The purpose of this in vitro study was to compare the chemical and physical properties and bond strength to enamel and ceramics of preheated composite resins with resin cements.

**Material and methods.** Two composite resins, the microhybrid Filtek Z250XT and the nanoparticulate Z350XT were tested, and 2 commercially available resin cements, the dual-polymerized Rely-X ARC and the light-polymerized Rely-X Veneer were used as controls. A device (HotSet) was used to preheat the composite resins to the temperature of 69 °C before the light-polymerization. The following properties were tested: flexural strength, modulus of elasticity, fracture toughness, microshear bond strength to enamel and ceramic, degree of conversion, flow, sorption and solubility, and color stability. Statistics analysis used ANOVA and Holm-Sidak for multiple comparisons ( $\alpha=.05$ ).

**Results.** Preheating had no significant effect on the degree of conversion, flexural strength, fracture toughness, solubility, or microshear bond strength on the enamel of the tested composite resins ( $P>.05$ ). However, preheating increased the sorption and reduced the microshear bond strength to the ceramic ( $P<.05$ ). The flowability of the composite resins was increased under heating, but with lower values when compared to both resin

cements ( $P < .05$ ). Color stability was more affected in the preheated composite resins than in the resin cements.

**Conclusions.** The preheating process resulted in little to no benefit in the evaluated properties for the composite resins. Resin cements appear to be the best option to cement indirect restorations.

## **CLINICAL IMPLICATIONS**

The use of preheated restorative composite resin as a luting agent does not seem to be a good alternative for the cementation of fixed dental prostheses. Resin cements are still the best choice for cementing fixed dental prostheses.

## **Introduction**

Ceramic restorations and laminate veneers with minimal tooth preparations are a popular option because they are esthetic restorations reducing less tooth structure. These indirect restorations are typically cemented with dual- or light-polymerizing resin cements.<sup>1</sup> An advantage of dual-polymerizing cements is that polymerization is ensured even where light does not fully penetrate the ceramic material. However, these cements have low viscosity and require mixing 2 components, risking the incorporation of bubbles.<sup>2</sup> Dual-polymerized cement is contraindicated for laminate veneers because the amine activator may lead to color change.<sup>3,4</sup>

Light-polymerized dental cements have been recommended to cement ceramic laminate veneers because of their improved color stability, straightforward manipulation, and adequate working time.<sup>2</sup> However, the low inorganic filler content could increase polymerization shrinkage and result in a coefficient of thermal expansion higher than enamel and dentin,<sup>5,6</sup> factors that could result in interface failures leaving the dental

cement exposed to the oral environment,<sup>1</sup> compromising esthetics and the restorative treatment.

Composite resin restorative materials have been recommended to cement indirect restorations.<sup>1,2,13-19,4,5,7-12</sup> The higher content of fillers and lower concentration of initiators provide improved physical properties that could provide high quality restorations margins with excellent color stability and wear resistance in the oral environment.<sup>5,15,20,21</sup> However, their high molecular weight monomers and high inorganic filler content reduces the viscosity of composite resin when compared with resin cements.<sup>22</sup> Viscosity can be increased by preheating the composite resin without compromising other properties.<sup>16,22-26</sup> Some studies have reported that preheating composite resin results in a series of benefits including a higher degree of conversion,<sup>2,23,26-33</sup> higher microhardness,<sup>34-38</sup> flexural strength,<sup>39,40</sup> fracture toughness,<sup>38,41</sup> microshear bond strength,<sup>14,42</sup> sorption and solubility,<sup>18,27</sup> color stability,<sup>18</sup> in addition to improved handling of the composite resin.<sup>5,24</sup>

Because of its low cost, color stability, and improved mechanical properties, preheated composite resin has been suggested for cementing indirect restoration<sup>4,8-10</sup> However, information on the use of preheated composite resin for bonding indirect restoration and its impact on mechanical properties when compared with resin cements is lacking. Therefore, the objective of this study was to evaluate the chemical and physical properties of preheated composite resins comparing them to resin cements, and to evaluate the effectiveness of using preheated composite resins as a luting agent. The null hypothesis was that there would be no difference between preheated composite resins and resin cements.

## Material and methods

The following materials were tested: microhybrid composite resin Filtek Z250XT (Z250) (3M/ESPE), nanoparticulated composite resin Filtek Z350XT (Z350) (3M/ESPE), dual-polymerized resin cement RelyX ARC (ARC) (3M/ESPE), and light-polymerized resin cement RelyX Veneer (VEN) (3M/ESPE). Their compositions, lot number, instructions and manufacturer are described on Table 1.

Table 1. Manufacture, classification, composition, and lot number of the materials used in this study

Material/Company	Classification	Composition	Lot Number
<b>Filtek Z250</b> (3M/ESPE)	Micro hybrid Composite Resin	Monomers Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, zirconium/silica 0,01-3,5 (µm), 60% in volume	1913700650
<b>Filtek Z350 XT</b> (3M/ESPE)	Nanoparticulated Composite Resin	Monomers Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, zirconium/silica nanoglomerades 0,6-10 (µm), 63,3% in volume	1926600105
<b>RelyX ARC</b> (3M/ESPE)	Dual-polymerized Resin Cement	Paste A: BisGMA, TEGDMA, zirconium, silica, pigments, amina and photo initiator system Paste B: BisGMA, TEGDMA, zirconium silica, benzoyl peroxide	1923900333
<b>RelyX Veneer</b> (3M/ESPE)	Light- polymerized Resin Cement	Ceramic treated with silane, dimetacrylate of 2,2' – etilenodioxidietilo, BIS-GMA, silane treated silica, functionalized dimetacrylate polymer and water	NA64306

The composite resins were used at room temperature (RT) or preheated (PH) and the resin cements were used at room temperature and handled according to the manufacture instructions. For each test, the specimens were divided in 6 groups: Z250RT, Z250PH, Z350RT, Z350PH, VEN, ARC (Fig. 1).



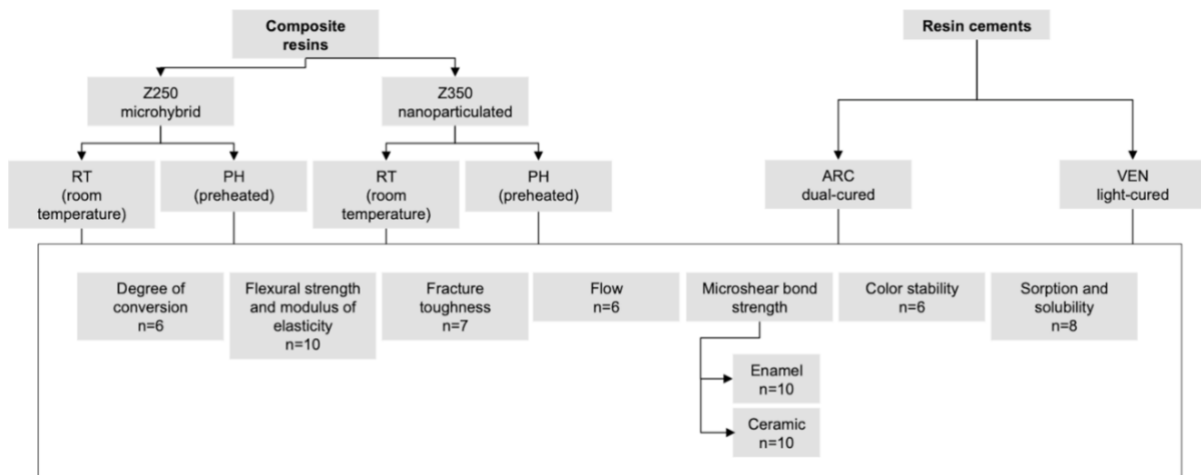


Figure 1. Study design.

The preheating of the composite resin was done in a commercial device (HotSet; Technolife) at 69 °C for 15 minutes. The working time of resin was of approximately 15 seconds, this was done to standardize the quantity of heat loss.<sup>19</sup> The polymerization was done with light intensity of 1.000 mW/cm<sup>2</sup> (DEMILED Curing light; Kerr Corp).

To conduct the flexural strength and modulus of elasticity tests (n=10) rectangular specimens (25×2×2 mm) were fabricated from a split stainless steel matrix (Odeme) following the International Organization for Standardization (ISO) 4049/2000 specifications.<sup>43</sup> The material was inserted in a single increment and polymerized for 20 seconds in 3 points. After 24 hours, a 3-point flexural test was conducted using an universal testing machine (Instron 3342) at a speed of 1mm/min. The values of flexural strength ( $\sigma$ ) were calculated (MPa) using the equation:  $\sigma=3FL/2BH^2$ .

To conduct the fracture toughness test, specimens (n=7) with the following dimensions 25×5×2.5 mm were fabricated from a split stainless-steel matrix with a 2.5-mm central slit (Odeme), according to the D5045-14/ASTM standard.<sup>42</sup> The fracture toughness test was conducted using a universal testing machine (Instron Series 3342; Instron) with a distance between the holders of 20 mm. The fractured surfaces were

examined under a stereomicroscope (uEye; IDS Imaging Development Systems GmbH) and the slit depth (a), width (w) and thickness (B) were measured in the images obtained at software program (uEye Cockpit; IDS Imaging Development Systems GmbH). The fracture toughness was calculated using the formula:  $K_{IC}=(P \times S)/(B \times w^{1.5})] \times f(a/w)$ , where P is the maximum fracture load (N), S is the distance between the holders, and f (a/w) was calculated according to the equation:  $f(a/w)=3\sqrt{a/w}(1,99-a/w \times [1-(a/w)]) \times [2,15-3,93(a/w)+2,7(a/w)^2]/2 \times [1+2(a/w)] \times [1-(a/w)]^{3/2}$ .

Microshear bond strength was evaluated in enamel and ceramics. Sixty enamel blocks (10×10 mm) obtained from bovine incisors (n=10) were embedded in polyvinyl tubes using autopolymerizing acrylic resin (JET; Classico). The blocks were then polished with 600-grit silicon carbide abrasive paper (3M) in a polishing machine (Aropol E; Arotec Ind. e Com.). The enamel surface was etched with 37% phosphoric acid for 30 seconds (Condac 37; 3M/ESPE), washed and dried. A layer of multipurpose adhesive (Adper SingleBond 2; 3M/ESPE) was applied and light-polymerized for 20 seconds. Thereafter, 3 cylindrical specimens were fabricated using each luting agent (4.45 mm<sup>2</sup>-cementation area and 2 mm-height) with a Teflon matrix adapted to a steel device (Bonding Clamp and Bonding Mold Inserts; Ultradent Products Inc.). Sixty ceramic lithium disilicate-based Ø15×5-mm cylinders (IPS E.max Press; Ivoclar AG) were fabricated (n=10) and embedded in polyvinyl and polished with 600-grit silicon carbide abrasive paper (3M). All specimens were etched with 10% hydrofluoric acid (Condac Porcelana; FGM) for 20 seconds, washed for 60 seconds, and dried for 30 seconds. A layer of silane (Prosil; FGM) was applied for 15 seconds and left on the specimen for additional 60 seconds to allow solvent evaporation. Then the adhesive system was applied for 20 seconds. Three cylindrical specimens were fabricated using each luting agent the same way of enamel substrate. A shear force was applied to the adhesive interface with a

universal testing machine (Instron Series 3342; Instron) at a 1-mm/min speed until failure (MPa). The surfaces were examined with a stereomicroscope (ZOOM645; Nanjing KOZO Optical and Electronical Instrument Co.) at  $\times 30$  magnification to categorize the failures as adhesive (failure at the adhesive interface), cohesive in substrate (enamel/ceramic), or cohesive in the luting agent; or mixed (adhesive + cohesive).

The specimens for degree of conversion were prepared ( $n=6$ ) and light-polymerized for 40 seconds. The specimens were pulverized and mixed with potassium bromide powder (KBr).<sup>28</sup> The specimens were submitted to Fourier Transform infrared spectroscopy (FTIR-IR-Prestige-21, Shimadzu Corp). The degree of conversion was calculated using the difference in absorbance intensity (AI) ratio of aliphatic carbonic double bonds ( $1638\text{ cm}^{-1}$ ) and aromatics ( $1608\text{ cm}^{-1}$ ) in unpolymerized and polymerized states using the following equation:  $(1) DC\% = 1 - [AI(1638\text{ cm}^{-1})/AI(1608\text{ cm}^{-1})]_{\text{polymerized}} / [AI(1638\text{ cm}^{-1})/AI(1608\text{ cm}^{-1})]_{\text{unpolymerized}} \times 100$ .

The flow test was performed by dispensing a volume of 0.05 mL of each material on a glass slab through a 1-mL syringe ( $n=6$ ). Then, another glass slab ( $50 \times 50 \times 3.2$  mm dimensions and 20 g weight) was placed over the material. At last, a 100 g weight was positioned over the set, resulting in a total of 120 g for 10 minutes. Then, the maximum and minimum diameters of the formed discs were measured with a digital caliper (Mitutoyo Corp.). The flow values were the average of the 3 readings on the difference between the maximum and minimum diameters.<sup>44</sup>

The sorption and solubility specimens ( $n=8$ ) with 15 mm-diameter and 1 mm-height were fabricated according to ISO 4049/2009,<sup>45</sup> using a circular matrix (Odeme). The polymerization process lasted 20 seconds in each quadrant of the specimen surface and the specimens were placed into a desiccator containing silica-gel until having a constant weight/mass (M1). After calculate the volume ( $\text{mm}^3$ ), the specimens were

immersed in distilled water at 37 °C for 7 days. Then, were weighted again (M2) and re-inserted into the desiccator-cycle to obtain a constant weight (M3). Sorption and solubility (g/mm<sup>3</sup>) were calculated for each specimen using the following formulas: (6) Sorption= $M2-M3/V$ ; (7) Solubility= $M1-M3/V$ .

For the color stability test, cylindrical specimens (1 mm-thickness x 15 mm-diameter) were fabricated using a circular matrix (Odeme). Specimens (n=6) were stored for 24 hours in the absence of light and then polished with aluminum-oxide finishing discs (Sof-Lex Pop On; 3M ESPE), felt discs (TDV Dental Ltda.) and polishing paste (Diamond ACII; FGM). The specimens were immersed in distilled water (pH=6.9) and stored in an incubator at 37 °C. The immersion solution (water) was weekly renewed. The color parameters of each specimen were registered according to the system CIE L\* a\* b\* against a white background ( $L^*_w=94.44$ ,  $a^*_w=0.26$ ,  $b^*_w=1.69$ ) using a digital spectrophotometer (Vita Easychade; Vita). Color stability was measured at different experimental times: immediately after polishing (baseline) and 30 days of storage in distilled water. The  $\Delta E^*$  was calculated using the following formula:  $\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$  where  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  and  $\Delta b^*$  are the difference between the color parameters  $L^*_w$ ,  $a^*_w$  and  $b^*_w$  final and initial, respectively.

The sample size was based in similar previous studies<sup>14,27,36,44,46,47</sup> which found significant differences for the performed tests. Statistical analysis was performed using the SigmaPlot software (SigmaPlot 13.0; Systat Software Inc.). Data normality was tested (Shapiro-Wilk's test,  $P > .05$ ) and equality of variances (Brown-Forsythe test,  $P > .05$ ). Degree of conversion, flexural strength, modulus of elasticity, fracture toughness, flow, sorption/solubility and color stability data were analyzed with 1-way ANOVA and Holm-Sidak post-hoc test for contrast of means ( $\alpha = .05$ ). The microshear bond strength (MPa)

data was subjected to 2-way ANOVA (*material vs. substrate*) and Holm-Sidak post-hoc test ( $\alpha=.05$ ).

## Results

The results of flexural strength, modulus of elasticity, fracture toughness and microshear bond strength to enamel and ceramics of the materials tested are shown in Table 2. Degree of conversion, flow, sorption, solubility and color stability of the materials tested are shown in Table 3. The 1-way ANOVA showed no difference in flexural strength between the groups tested ( $P>.05$ ). For the modulus of elasticity, there was a difference between the groups ( $P<.001$ ). Z250PH showed highest modulus of elasticity when compared to Z250RT. On the contrary, the heating process did not change the modulus of elasticity of the Z350 ( $P>.05$ ). The lowest values of modulus of elasticity were found in resin cements ( $P<.001$ ).

Table 2. Means  $\pm$  SD of flexural strength, modulus of elasticity, fracture toughness and microshear bond strength of the groups tested

Groups	Flexural Strength (MPa)	Modulus of elasticity (GPa)	Fracture toughness (MPa.m <sup>1/2</sup> )	Microshear Bond Strength (MPa)	
				Enamel	Ceramic
Z250RT	152.8 $\pm$ 30.4a	12.0 $\pm$ 2.0b	1.49 $\pm$ 0.04a	44.2 $\pm$ 11.1Ba	62.4 $\pm$ 9.9Aa
Z250PH	149.0 $\pm$ 33.2a	14.4 $\pm$ 2.3a	1.36 $\pm$ 0.11ab	42.6 $\pm$ 10.0Aab	42.3 $\pm$ 10.8Ab
Z350RT	160.1 $\pm$ 20.5a	12.1 $\pm$ 2.1b	1.27 $\pm$ 0.15ab	30.5 $\pm$ 4.7Bb	58.2 $\pm$ 7.5Aa
Z350PH	153.4 $\pm$ 31.0a	13.0 $\pm$ 1.3ab	1.33 $\pm$ 0.13ab	38.2 $\pm$ 7.4Aab	41.1 $\pm$ 11.3Ab
ARC	123.9 $\pm$ 30.5a	7.5 $\pm$ 1.2c	1.17 $\pm$ 0.05b	50.9 $\pm$ 4.5Aa	49.4 $\pm$ 8.8Aab
VEN	135.7 $\pm$ 24.9a	6.9 $\pm$ 0.8c	1.37 $\pm$ 0.24ab	40.9 $\pm$ 10.5Aab	44.5 $\pm$ 12.2Ab

SD, standard deviation. Different capital letters indicate statistically significant difference in the same line. Different lower case letters indicate statistically significant difference in the same column.

Table 3. Means  $\pm$  SD of degree of conversion (%), flow (mm), sorption ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ ), solubility ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ ), and color variation of the groups tested

Groups	Degree of Conversion (%)	Flow (mm)	Sorption ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ )	Solubility ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ )	Color Variation $\Delta\text{Ew}$
Z250RT	68.0 $\pm$ 5.0b	8.7 $\pm$ 0.1d	21.1 $\pm$ 1.3c	3.2 $\pm$ 1.2c	2.3 $\pm$ 1.0
Z250PH	69.6 $\pm$ 4.9b	9.5 $\pm$ 0.2c	26.6 $\pm$ 2.3b	4.7 $\pm$ 1.2c	2.6 $\pm$ 2.0
Z350RT	67.8 $\pm$ 4.5b	8.7 $\pm$ 0.1d	28.7 $\pm$ 2.8b	6.5 $\pm$ 2.0bc	1.4 $\pm$ 0.3
Z350PH	67.0 $\pm$ 6.0b	9.8 $\pm$ 0.4c	35.8 $\pm$ 5.0a	7.8 $\pm$ 1.4b	2.8 $\pm$ 3.3
ARC	85.4 $\pm$ 4.6a	19.1 $\pm$ 0.8a	26.9 $\pm$ 1.5b	8.3 $\pm$ 1.8b	2.2 $\pm$ 0.6
VEN	66.2 $\pm$ 7.5b	16.7 $\pm$ 0.5b	37.4 $\pm$ 3.0a	10.3 $\pm$ 1.0a	1.8 $\pm$ 0.7

For fracture toughness, there was a statistical difference between the groups ( $P=.006$ ). Z250RT had highest value when compared to ARC ( $P=.003$ ). However, fracture toughness did not differ between preheated resins and resin cements. Preheating did not change the fracture toughness of composite resins ( $P>.05$ ).

The 2-way ANOVA showed interaction between the main factor of microshear bond strength ( $P<.001$ ) (Table 4). The preheated resins, regardless of the substrate, did not obtain higher microshear bond strength values than resin cements ( $P>.05$ ). Most failures were classified as adhesive in all groups (Table 5). ARC showed a higher degree of conversion compared to the other groups ( $P<.001$ ). The highest flow values were obtained for ARC and VEN ( $P<.001$ ), followed by Z250PH and Z350PH and Z250RT and Z350RT( $P<.05$ ). Preheating increased the flow of composite resins ( $P<.05$ ).

Table 4. Two-way ANOVA of the microshear bond strength

Source	df	Type III Sum of Squares	Mean Square	F	P
Material	5	2960.80	592,16	6.22	.001
Substrate	1	2356.76	2356.76	24.75	.001
Interaction	5	3246.03	649.20	6.82	.001

$P<.05$  indicates significant difference. df, degrees of freedom; F, F-statistic.

Table 5. Mean percentage (%) of failure modes after shear bond strength test

Groups	Enamel				Ceramic			
	A	CE	CAC	M	A	CC	CAC	M
Z250RT	100%	0%	0%	0%	90%	0%	0%	10%
Z250PH	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
Z350RT	93%	0%	3%	3%	100%	0%	0%	0%
Z350PH	97%	0%	0%	3%	100%	0%	0%	0%
ARC	97%	0%	0%	3%	100%	0%	0%	0%
VEN	87%	3%	0%	10%	90%	0%	0%	10%

A, Adhesive; CAC, Cohesive in the Cementing Agent; CC, Cohesive in Ceramics; CE, Cohesive in Enamel; M, Mixed.

In sorption and solubility analyses, there was statistical difference between groups for both tests ( $P < .001$ ). VEN and Z350PH presented the highest sorption values and the lowest value was observed for Z250RT. The preheating process increased the sorption values of the tested resins ( $P < .05$ ). For the solubility test, VEN also had the highest solubility and Z250 groups had the lowest solubility ( $P < .05$ ). The results of color stability are shown in Table 3. One-way ANOVA showed that no statistical difference between groups after 30 days of storage ( $P < .05$ ).

## Discussion

The preheated composite resins and resin cements tested in the present study showed significant differences in some physicochemical properties and bond strength. Thus, the null hypothesis was partially rejected.

The preheated composite resins and resins cements tested in the present study showed significant differences in some physicochemical properties and bond strength. Thus, the null hypothesis was partially rejected.

The present study found that the degree of conversion of ARC was higher than the others materials tested. A possible explanation is that the high content of inorganic fillers in composite resins influences their polymerization: as the filler particles reflect the light, the light transmission into the material is diminished and, consequently, the conversion of monomers is also diminished.<sup>8</sup> Yet, as the ARC has equal amounts of Bis-GMA and TEGDMA, the stiffness of the former is offset by the flexibility of the latter. Therefore, it may lead to an increase in chain mobility and higher degree of conversion.<sup>11</sup>

In the same way, some authors argument that the increase of temperature by preheating leads to a greater mobility of monomers and reaction of pendant double bonds and results in a polymer with a higher crosslink density.<sup>23,41</sup> However, in this study, the composite resins and light-polymerized cement showed similar degree of conversion. A loss of heat can occur when the resin is removed from the heating device until the moment of its light-polymerization, impairing greater conversion.<sup>8,13,28,33</sup> Preheating is technically sensitive because it requires that the dentist works fast in the clinical setting, and adds another step to the clinical procedure that increases the working time.<sup>13</sup> Also, the heat exchange of preheated resin with the ceramic laminate and its own interposition may contribute to reduce the conversion of luting agents.<sup>9</sup>

The flexural strength showed no difference between composite resins and resin cements, corroborating with other studies.<sup>26,29,30</sup> For fracture toughness, the results of the present study are in agreement with a study that found no influence of the preheating on the fracture toughness of the Z350 resin.<sup>38</sup> The evaluation of these properties are important since they are correlated to clinical wear and fractures respectively.<sup>21</sup> The differences found in the modulus of elasticity between the tested composite resins and the resin cements are directly correlated to the inorganic (glass particles) content of the materials.<sup>7,30</sup> In this present experiment, the modulus of elasticity increased when



preheating the Z250 resin. *In vitro*, an elastic modulus that is approximate to the dental substrate modulus contributes to the longevity of restorations. However, there is still not proved clinical correlation that supports this relationship.<sup>21,30</sup>

Likewise, the preheating had no effect on resin solubility and increased the sorption of the tested resins, in contrast of earlier findings that showed a decrease in sorption and solubility after preheating to 60 °C, when evaluated only one composite resin at different opacities.<sup>12</sup> Based on this, it is important to consider that different composite resins formulations respond differently to preheating and to sorption and solubility tests, reinforcing the idea of testing different materials, as it is shown in the present study. The higher sorption for VEN might be explained by a lower crosslink density that facilitates penetration of the solvent.<sup>11</sup> Despite the above findings, the literature is still scarce regarding the effects of preheating on the sorption and solubility of preheated composite resins.

Another property of great relevance and directly linked to the maintenance and longevity of the ceramic/tooth/cementing agent set is the bond strength. One study found no differences between conventional, preheated and flowable resin in  $\mu$ SBS to enamel.<sup>8</sup> On the other hand, authors who evaluated (shear and  $\mu$ SBS) bond strength to dentin found divergent results in bond strength between preheated and conventional resins,<sup>39,42</sup> showing similar bond strength between groups,<sup>39</sup> or that preheating improved bond strength of composite resins.<sup>42</sup>

The present study aimed to evaluate the adhesive performance on ceramics and enamel. The idea of cementing ceramic laminates with composite resin would be valid and justifiable when working with prosthetic pieces of reduced thickness that allow light to pass through. However, the present results do not justify the recommendation for using a preheated resin as a material for dental prosthetic cementation in the clinical practice.

The results of bond strength of preheated resins were similar to resin cements, regardless of the substrates evaluated. The high fluidity of resin cements can somehow compensate lower mechanical properties (even without statistical difference), and thus increase their mechanical interlocking in the conditioned substrates.

The technique of heating the resin composite before light-polymerization has been introduced with the goal of reducing its viscosity without harming its properties.<sup>23,25</sup> In fact, in this current study, the preheated resins had increased flowability than in room temperature. However, this increase did not reach the flowability of cements, corroborating with some other studies.<sup>10,14-16,24</sup>

Other important aesthetic parameter for ceramic laminates veneers is the color stability. At the end of 30 days, no difference in the color change test was found, corroborating with Gugelmin et al. 2020.<sup>17</sup> This behavior may have been caused by the evaluation of specimens for a short period of time. For this reason, a color change caused by the amines of the resin cements may not have occurred.<sup>3,4</sup> An evaluation of color stability after 90 days of storage in distilled water found that preheated resins showed better color stability.<sup>9</sup>

A recent systematic review showed that the use of preheated restorative composite resin as a luting agent seems to negatively influence the adaptation of fixed dental prostheses.<sup>18</sup> At last, the response to preheating is material-dependent, *i.e.*, it depends on loading particles, volumes, organic matrices etc. In addition, even though the preheating technique has the potential to be recommended in the future, it will require excellent skills to speed up the clinical procedures, to avoid the heat loss, favoring the conversion of monomers.<sup>36</sup> Limitations of the present study include the *in vitro* design, different methodologies among some studies, bond strength in isolated substrates (enamel and

ceramics) and its short evaluation period. Randomized clinical trials could be performed to better evaluate the technique of preheating composite resin used as resin cement.

## Conclusions

The preheating had little or no benefit for composite resins in relation to degree of conversion, flexural strength, fracture toughness, flow, sorption and solubility,  $\mu$ SBS and color stability. Resin cements appear to be the best option for cementing indirect restorations.

## References

1. D’Arcangelo C, De Angelis F, Vadini M, D’Amario M. Clinical evaluation on porcelain laminate veneers bonded with light-cured composite: results up to 7 years. *Clin Oral Investig* 2012;16:1071–9.
2. Acquaviva PA, Cerutti F, Adami G, Gagliani M, Ferrari M, Gherlone E, et al. Degree of conversion of three composite materials employed in the adhesive cementation of indirect restorations: A micro-Raman analysis. *J Dent* 2009;37:610–5.
3. Hekimoğlu C, Anil N, Etikan I. Effect of Accelerated Aging on the Color Stability of Cemented Laminate Veneers. *Int J Prosthodont* 2000;13:29–33.
4. Almeida JR, Schmitt GU, Kaizer MR, Boscato N, Moraes RR. Resin-based luting agents and color stability of bonded ceramic veneers. *J Prosthet Dent* 2015;114:272–7.
5. Rickman LJ, Padipatvuthikul P, Chee B. Clinical applications of preheated hybrid resin composite. *Nat Publ Gr* 2011;211:63–7.
6. Versluis A, Douglas WH, Sakaguchi RL. Thermal expansion coefficient of dental composites measured with strain gauges. *Dent Mater* 1996;12:290–4.

7. Gresnigt MMM, Özcan M, Carvalho M, Lazari P, Cune MS, Razavi P, et al. Effect of luting agent on the load to failure and accelerated-fatigue resistance of lithium disilicate laminate veneers. *Dent Mater* 2017;33:1392–401.
8. Tomaselli LO, De Oliveira DCRS, Favarão J, Silva AF, Pires-de-Souza FCP, Geraldeli S, et al. Influence of pre-heating regular resin composites and flowable composites on luting ceramic veneers with different thicknesses. *Braz Dent J* 2019;30:459–66.
9. 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;36:309–15.
10. Goulart M, Veleza 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;13:86–97.
11. 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. *J Appl Biomater Funct Mater* 2018;16:252–9.
12. De Castro FLA, Pazinato FB, De Lima E, Cesar PF, Reges RV. The effect of preheating and opacity on the sorption and solubility of a composite resin. *Gen Dent* 2016;64:57–61.
13. Daronch M, Rueggeberg FA, Moss L, De Goes MF. Clinically relevant issues related to preheating composites. *J Esthet Restor Dent* 2006;18:340–50.
14. Coelho NF, Barbon FJ, Machado RG, Bocato N, Moraes RR. Response of composite resins to preheating and the resulting strengthening of luted feldspar ceramic. *Dent Mater* 2019;35:1430–8.

15. Marcondes RL, Lima VP, Barbon FJ, Isolan CP, Carvalho MA, Salvador MV, et al. Viscosity and thermal kinetics of 10 preheated restorative resin composites and effect of ultrasound energy on film thickness. *Dent Mater* 2020;36:356–64.
16. Falacho RI, Marques JA, Palma PJ, Roseiro L, Caramelo F, Ramos JC, et al. Luting indirect restorations with resin cements versus composite resins: Effects of preheating and ultrasound energy on film thickness. *J Esthet Restor Dent* 2022;34:641–9.
17. Gugelmin BP, Miguel LCM, Baratto Filho F, Cunha LFD, Correr GM, Gonzaga CC. Color stability of ceramic veneers luted with resin cements and pre-heated composites: 12 months follow-up. *Braz Dent J* 2020;31:69–77.
18. De Souza TJS, Freitas ADS, Ferreira DMTP, Maia LC, Rabello TB. Does the use of preheated restorative resin composite as a luting agent influence the adaptation of fixed dental prostheses? A systematic review. *J Prosthet Dent* 2022;1–8.
19. Kameyama A, Bonroy K, Elsen C, Lührs AK, Suyama Y, Peumans M, et al. Luting of CAD/CAM ceramic inlays: Direct composite versus dual-cure luting cement. *Biomed Mater Eng* 2015;25:279–88.
20. Bilgili Can D, Özarıslan M. Evaluation of color stability and microhardness of contemporary bulk-fill composite resins with different polymerization properties. *J Esthet Restor Dent* 2022:1–9.
21. Heintze SD, Ilie N, Hickel R, Reis A, Loguercio A, Rousson V. Laboratory mechanical parameters of composite resins and their relation to fractures and wear in clinical trials—A systematic review. *Dent Mater* 2017;33:101–14.
22. Ahn KH, Lim S, Kum KY, Chang SW. Effect of preheating on the viscoelastic properties of dental composite under different deformation conditions. *Dent Mater J*. 2015;34:702–6.

23. Daronch M, Rueggeberg FA, De Goes MF. Monomer Conversion of Pre-heated Composite. *J Dent Res* 2005;84:663–7.
24. Blalock JS, Holmes RG, Rueggeberg FA. Effect of temperature on unpolymerized composite resin film thickness. *J Prosthet Dent* 2006;96:424–32.
25. D’Amario M, Pacioni S, Capogreco M, Gatto R, Baldi M. Effect of repeated preheating cycles on flexural strength of resin composites. *Oper Dent* 2013;38:33–8.
26. Deb S, Di Silvio L, Mackler HE, Millar BJ. Pre-warming of dental composites. *Dent Mater*. 2011;27:51–9.
27. Vale M, Afonso F, Borges B, Freitas A, Farias-Neto A, Almeida E, et al. Preheating impact on the degree of conversion and water sorption/solubility of selected single-bottle adhesive systems. *Oper Dent* 2014;39:637–43.
28. 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;43:1358–64.
29. Theobaldo JD, Aguiar FHB, Pini NIP, Lima DANL, Liporoni PCS, Catelan A. Effect of preheating and light-curing unit on physicochemical properties of a bulk fill composite. *Clin Cosmet Investig Dent* 2017;9:39–43.
30. El-Korashy DI. Post-gel Shrinkage Strain and Degree of Conversion of Preheated Resin Composite Cured Using Different Regimens. *Oper Dent*. 2010;35:172–9.
31. Calheiros FC, Daronch M, Rueggeberg FA, Braga RR. Effect of temperature on composite polymerization stress and degree of conversion. 2014;30:613-618.
32. Lohbauer U, Zinelis S, Rahiots C, Petschelt A, Eliades G. The effect of resin composite pre-heating on monomer conversion and polymerization shrinkage. *Dent Mater* 2009;25:514–9.

33. Mundim FM, Garcia LDFR, Cruvinel DR, Lima FA, Bachmann L, Pires-de-Souza FDCP. Color stability, opacity and degree of conversion of pre-heated composites. *J Dent* 2011;39:25–9.
34. Mohammadi N, Navimipour E, Kimyai S, Ajami A, Bahari M, Ansarin M, et al. Effect of pre-heating on the mechanical properties of silorane-based and methacrylate-based composites. *J Clin Exp Dent* 2016;8:0–0.
35. Yang J, Silikas N, Watts DC. Pre-heating time and exposure duration: Effects on post-irradiation properties of a thermo-viscous resin-composite. *Dent Mater* 2020;36:787–93.
36. Lopes LCP, Terada RSS, Tsuzuki FM, Giannini M, Hirata R. Heating and preheating of dental restorative materials—a systematic review. *Clin Oral Investig* 2020;24:4225–35.
37. Elkaffas AA, Eltoukhy RI, Elnegoly SA, Mahmoud SH. The effect of preheating resin composites on surface hardness: a systematic review and meta-analysis. *Restor Dent Endod* 2019;44:1–13.
38. Elkaffas AA, Eltoukhy RI, Elnegoly SAE, Salah-Hassab M. Influence of preheating on mechanical and surface properties of nanofilled resin composites. *J Clin Exp Dent* 2020;12:494-500.
39. Kramer M, Edelhoff D, Stawarczyk B. Flexural strength of preheated resin composites and bonding properties to glass-ceramic and dentin. *Materials (Basel)* 2016 29;9:83.
40. Sharafeddin F, Motamedi M, Fattah Z. Effect of preheating and precooling on the flexural strength and modulus of elasticity of nanohybrid and silorane-based composite. *J Dent (Shiraz, Iran)* 2015;16:224–9.

41. Abdulmajeed AA, Donovan TE, Cook R, Sulaiman TA. Effect of preheating and fatiguing on mechanical properties of bulk-fill and conventional composite resin. *Oper Dent* 2020;45:387-95.
42. Demirbuga S, Ucar FI, Cayabatmaz M, Zorba YO, Cantekin K, Topçuoğlu HS, et al. Microshear bond strength of preheated silorane- and methacrylate-based composite resins to dentin. *Scanning* 2016;38:63–9.
43. ISO 4049:2000. Dentistry - Polymer-based filling, restorative and luting materials. International Organization for Standardization. 2000.
44. Cardoso OS, Meier MM, Carvalho EM, Ferreira PVC, Gavini G, Zago PMW, et al. Synthesis and characterization of experimental endodontic sealers containing bioactive glasses particles of NbG or 45S5. *J Mech Behav Biomed Mater* 2022;125:104971.
45. ISO 4049:2009. Dentistry - Polymer-based restorative materials. International Organization for Standardization. 2009.
46. Leal CL, Queiroz APV, Foxton RM, Argolo S, Mathias P, Cavalcanti AN. Water sorption and solubility of luting agents used under ceramic laminates with different degrees of translucency. *Oper Dent* 2016;41:141–8.
47. Silami FD, Tonani R, Alandia-Román CC, Pires-de-Souza Fde C. Influence of different types of resin luting agents on color stability of ceramic laminate veneers subjected to accelerated artificial aging. *Braz Dent J* 2016;27:95–100.



### 3. CAPÍTULO II

#### **Efeito de resinas pré-aquecidas usadas como agentes cimentantes no grau de conversão, espessura de película, resistência de união e estabilidade de cor de laminados cerâmicos**

(Artigo a ser submetido ao periódico Journal of Prosthetic Dentistry)

##### **Resumo**

**Declaração do problema.** A literatura é escassa a respeito do uso de resinas compostas para cimentação de laminados cerâmicos.

**Propósito.** O propósito deste estudo foi avaliar o efeito da utilização de resinas compostas pré-aquecidas como agentes cimentantes no grau de conversão, espessura de película, estabilidade de cor e resistência de união de laminados cerâmicos.

**Material e métodos.** Três resinas compostas foram selecionadas: microhíbrida Filtek Z100 (3M ESPE), *bulkfill* Opus APS (FGM), *bulkfill* termoviscosa Viscalor (VOCO), e comparadas com a resina *flow* Opus APS (FGM) e o cimento resinoso fotopolimerizável RelyX Veneer (3M ESPE). Foram testadas as propriedades de grau de conversão, espessura de película, resistência de união ao microcisoramento e estabilidade de cor. A análise estatística foi realizada por testes ANOVA e Holm-Sidak ( $\alpha=0,05$ ).

**Resultados.** A resina Opus apresentou maior grau de conversão em comparação às resinas Z100 e Viscalor ( $p<0,05$ ), sendo semelhante à resina *flow* Opus APS. A espessura de película das resinas pré-aquecidas foi maior em comparação à resina *flow* e ao cimento resinoso ( $p<0,001$ ). No esmalte, a resistência de união da resina Viscalor foi superior ao cimento Veneer ( $p<0,001$ ). Na cerâmica, a resistência de união das resinas pré-aquecidas foi superior ao cimento resinoso ( $p<0,05$ ). A estabilidade de cor foi influenciada significativamente pelo fator tempo ( $p<0,05$ ), porém não houve diferença entre os

materiais ( $p>0,05$ ). Após armazenamento em água, todos os materiais apresentaram alteração de cor ao longo do tempo.

**Conclusões.** As resinas pré-aquecidas apresentaram desempenho semelhante ao cimento resinoso e resina *flow* nas propriedades avaliadas, exceto para a espessura de película. A resina termoviscosa Viscalar apresentou maior resistência de união que o cimento resinoso.

**Implicações clínicas.** Embora as resinas pré-aquecidas avaliadas tenham apresentado valores de grau de conversão, resistência de união e estabilidade de cor similares ou superiores ao cimento resinoso, a espessura de película de resinas pré-aquecidas foi maior que a resina *flow* e cimento resinoso. Isso pode levar a falhas na adaptação de laminados cerâmicos ou mesmo fratura das peças durante a cimentação, inviabilizando sua indicação.

## Introdução

Restaurações cerâmicas têm sido muito utilizadas em dentes anteriores devido à sua alta performance estética, biocompatibilidade e longevidade.<sup>1</sup> Restaurações cerâmicas ultrafinas, os laminados cerâmicos, têm alta taxa de sucesso clínico, porém um dos fatores que pode interferir na longevidade do tratamento é a etapa de cimentação.<sup>2</sup>

Resinas pré-aquecidas têm sido recomendadas para cimentação de laminados devido a um menor potencial para formação de defeitos marginais, aumento no grau de conversão, melhores propriedades físicas e mecânicas, e variedade de cores.<sup>7,9</sup> Também têm sido utilizadas resinas *flow* com a vantagem de ter melhores propriedades físicas e melhor custo-benefício.<sup>3</sup> Outra opção é o uso de resinas compostas convencionais ou

*bulkfill*, por meio da técnica de pré-aquecimento, com o objetivo de diminuir a viscosidade de resinas e permitir sua aplicação como agente cimentante.<sup>4,5</sup>

Embora autores tenham demonstrado benefícios do aumento da temperatura no grau de conversão de resinas compostas e melhores propriedades físicas e mecânicas, ainda não existe consenso na literatura.<sup>6-8</sup> O alto conteúdo de carga inorgânica das resinas justificaria suas melhores propriedades, porém essa mesma característica pode resultar, mesmo com o pré-aquecimento, numa camada espessa de cimentação mais propensa à degradação<sup>9</sup>.

A degradação e plastificação podem tornar a película de cimentação visível, afetando a cor das restaurações ao longo do tempo<sup>7</sup>. Da mesma forma, não há consenso acerca da estabilidade de cor<sup>7,10-14</sup> e resistência de união<sup>14-17</sup> de resinas pré-aquecidas. As diferentes metodologias, composição dos materiais, tempo de fotoativação, variabilidade da técnica e do operador podem explicar as divergências na literatura<sup>8</sup>.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de resinas pré-aquecidas utilizadas como agentes cimentantes no grau de conversão, espessura de película, resistência de união e estabilidade de cor de laminados cerâmicos. A hipótese nula foi que não existe diferença nas propriedades de grau de conversão, espessura de película, resistência de união e estabilidade de cor entre os materiais testados.

## **Metodologia**

Este estudo investigou o efeito de resinas compostas pré-aquecidas utilizadas como agentes cimentantes no grau de conversão, espessura de película, resistência de união e estabilidade de cor de laminados cerâmicos. Foram testadas três resinas compostas: Filtek Z100 (Z100), Opus *bulkfill* APS (OPUS) e Viscalor *bulk* (VIS), que

foram comparadas com a resina Opus *flow* APS (OPF) e o cimento resinoso fotopolimerizável RelyX Veneer (VEN). A composição, classificação e fabricantes estão descritos na Tabela 1.

As resinas compostas foram aquecidas em um dispositivo comercial (HotSet, Technolife) na temperatura de 69°C por 15 minutos<sup>18</sup>. A polimerização foi realizada com aparelho de intensidade de 800 mW/cm<sup>2</sup> (DEMI LED Curing Light; Kerr) aferida por radiômetro (Demetron LC Curing Light; Kerr).

Tabela 1. Materiais utilizados neste estudo

Material/Fabricante	Classificação	Composição	Lote
<b>Filtek Z100 / 3MESPE</b>	Microhíbrida	Bis-GMA, TEGDMA, zircônia/sílica	1908200161
<b>Opus Bulk Fill APS/FGM</b>	<i>Bulkfill</i>	Monômeros uretanadimetacrílicos, estabilizantes, fotoiniciadores, co-iniciadores, cargas inorgânicas de dióxido de silício (sílica) silanizado (79%), estabilizantes e pigmentos	130121
<b>Viscalor Bulk / Voco</b>	<i>Bulkfill</i> termoviscosa	Matriz: Bis-GMA, dimetacrilato alifático 83% em cargas inorgânicas peso	2120701
<b>Opus Bulk Fill Flow APS / FGM</b>	<i>Bulkfill flow</i>	Monômeros uretanadimetacrílicos, estabilizantes, canforoquinona, co-iniciador, cargas inorgânicas de dióxido de silício (sílica) silanizado (68%), estabilizantes e pigmentos	161120
<b>RelyX Veneer / 3M ESPE</b>	Cimento fotopolimerizável	Matriz resinosa composta por TEGDMA/Bis-GMA e carga de zircônia/sílica com tamanho de partícula entre 0,2-3,0 micrômetros e aproximadamente 47% em volume	NA64306

Bis-GMA, Bisfenol-A-glicidilmetacrilato, TEGDMA trietilenoglicoldimetacrilato

### Grau de conversão

Os espécimes foram confeccionados (n=6), polimerizados por 40 segundos e armazenados secos e sob ausência de luz por um período de 1 hora a 25°C. Depois disso,

foram pulverizados e misturados com brometo de potássio (KBr), prensados até obter uma pastilha, que foi levada ao espectrômetro (IR-Prestige-21; Shimadzu Corp.) para análise por Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR). Da mesma forma foi feito para as amostras não-polimerizadas.<sup>19</sup> Os espectros foram coletados no intervalo de 400 a 4000  $\text{cm}^{-1}$  com resolução de 4  $\text{cm}^{-1}$  e 40 varreduras.

O grau de conversão (GC) foi calculado a partir da diferença da razão da intensidade de absorbância (AI) de duplas ligações carbônicas alifáticas (1638  $\text{cm}^{-1}$ ) e aromáticas (1608  $\text{cm}^{-1}$ ) nos estados não-polimerizado e polimerizado, pela seguinte equação: (1)  $\text{GC \%} = 1 - [\text{AI} (1638 \text{ cm}^{-1}) / \text{AI} (1608 \text{ cm}^{-1})]_{\text{polimerizado}} / [\text{AI} (1638 \text{ cm}^{-1}) / \text{AI} (1608 \text{ cm}^{-1})]_{\text{não-polimerizado}} \times 100$ .

### **Espessura de película**

A espessura de película (n=3) foi realizada de acordo com a norma ISO 4049:2009.<sup>20</sup> Duas placas de vidro com 200  $\text{mm}^2$  de superfície de contato foram usadas. A espessura das duas placas em contato foi avaliada com paquímetro digital com 1  $\mu\text{m}$  de precisão (Mitutoyo Corp.). Um volume padronizado de 0,1 mL do material foi dispensado no centro da placa e a outra placa foi posicionada por cima. Uma força de 150 N foi aplicada sobre o conjunto. Após 180 segundos, o sistema de carga foi removido e a espessura das duas placas foi mensurada novamente. A espessura de película foi calculada como a diferença entre as duas leituras.

### **Resistência de união ao microcisalhamento**

#### *Preparo dos espécimes de esmalte*

Cinquenta blocos de esmalte (10×10 mm) de incisivos bovinos (n=10) foram embutidos em tubos de cloreto de polivinila usando resina acrílica autopolimerizável

(JET, Clássico) e polidos com lixas abrasivas de carbeto de silício de granulação 400 e 600 em uma politriz (Aropol E, Arotec S.A. Ind. e Com.) para obtenção de superfícies planas de esmalte.<sup>14</sup>

Para todos os grupos, a superfície do esmalte foi condicionada com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos (Condac 37, 3M/ESPE), lavadas, secas e, em seguida, uma camada de adesivo convencional de dois passos (Adper SingleBond 2, 3M/ESPE) foi aplicada de acordo com as instruções do fabricante e polimerizadas por 20 segundos.

#### *Preparo dos espécimes de cerâmica*

Cinquenta cilindros de cerâmica (15 mm de diâmetro×5 mm de espessura) à base de dissilicato de lítio (IPS E.max CAD, Ivoclar Vivadent) foram confeccionados (n=10), embutidos em tubos de cloreto de polivinila usando resina acrílica autopolimerizável. Foram polidos com lixas de carbeto de silício de granulação, 120, 400 e 600 para obtenção de superfícies planas.

Inicialmente, todas as amostras receberam tratamentos superficiais com ácido fluorídrico 10% (Condac Porcelana, FGM) por 20 segundos, lavagem com água por 60 segundos para a remoção total do produto e secagem com ar por 30 segundos. Em seguida, o silano (Prosil, FGM) foi aplicado por 15 segundos e aguardou-se 60 segundos para remoção completa do solvente. Após essa etapa, o sistema adesivo foi aplicado e polimerizado por 20 segundos.

Em seguida, para cada substrato (esmalte/cerâmica) foram confeccionados três cilindros (área de cimentação de 4,45 mm<sup>2</sup>×2 mm de altura) com o agente cimentante selecionado com auxílio de matriz (Bonding Clamp and Bonding Mold Inserts; Ultradent Products Inc.). Os espécimes foram armazenados em água destilada por 24 horas a 37°C.

Uma força de cisalhamento foi aplicada à interface adesiva usando dispositivo de microcisalhamento fixado a máquina de ensaios universal (Instron Series 3342, Instron) a uma velocidade de 1 mm/minuto até a falha. A carga no momento da falha foi registrada em MPa.

As superfícies foram examinadas em estereomicroscópio (ZOOM645; Nanjing KOZO Optical and Electronical Instrument Co.) com ampliação de 30× e as falhas foram classificadas como: adesiva (falha na interface adesiva), coesiva no substrato (esmalte/cerâmica) ou agente cimentante, e mista (adesiva+coesiva).

### **Estabilidade de cor**

Cinquenta dentes bovinos foram utilizados neste estudo *in vitro*. Após corte das raízes, as superfícies vestibulares dos dentes foram preparadas com brocas diamantadas em alta rotação sob refrigeração para definição do término cervical e desgaste da superfície vestibular em 0,5 mm de espessura, simulando o preparo em dentes humanos. Leituras iniciais da cor dos dentes foram realizadas com auxílio de espectrofotômetro digital (Vita Easychade, Vita Zahnfabrik) e foram selecionados dentes na cor A1 da escala Vita.

A superfície do esmalte foi condicionada com ácido fosfórico a 37% por 30 s (Condac 37, 3M/ESPE), lavada com água e ar por 10 segundos. Após secagem da superfície, aplicou-se uma camada de adesivo convencional de 2 passos (Adper SingleBond 2, 3M/ESPE) por 15 segundos, jato de ar por 5 segundos, e a polimerização foi efetuada por 20 segundos.

Os laminados cerâmicos foram preparados com pastilhas de cerâmica à base de dissilicato de lítio (IPS E.max CAD, Ivoclar Vivadent) com espessura de 0,5 mm. A superfície interna da cerâmica foi condicionada com ácido fluorídrico 10% (Condac

Porcelana, FGM) por 20 segundos, lavadas com água por 60 segundos e secas com ar por 30 segundos. Em seguida, o silano (Prosil, FGM) foi aplicado por 15 segundos e aguardou-se 60 segundos para remoção completa do solvente.

O agente cimentante foi aplicado na superfície interna do laminado e a peça cerâmica foi cimentada sob pressão digital. Os excessos foram removidos com auxílio de pincel. Gel glicerinado foi aplicado nas margens para prevenir a formação de uma camada inibitória por oxigênio e a polimerização foi realizada por 40 segundos no centro da vestibular para fixação inicial da peça e em seguida, em três pontos, garantindo a polimerização em toda a superfície do dente.

A leitura da cor foi realizada utilizando espectrofotômetro digital (Vita Easyshade, Vita Zahnfabrik) nos períodos de 24 horas após a cimentação (baseline), e após 7, 30 e 90 dias de armazenamento em água destilada. A solução foi renovada semanalmente.

O espectrofotômetro foi posicionado no centro do dente num ângulo de 90° com a superfície. Foram confeccionadas matrizes de silicona (Futura AD, DFL) individualizadas, com um orifício no centro onde era adaptada a ponta do espectrofotômetro para garantir a leitura da cor sempre na mesma região.

Os parâmetros de cor de cada espécime foram registrados de acordo com o sistema CIE  $L^* a^* b^*$  contra um fundo branco ( $L^*w=94.44$ ,  $a^*w=0.26$ ,  $b^*w=1.69$ ). A diferença de cor  $\Delta E^*$  dos espécimes foi calculada através da seguinte fórmula:  $\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$ , onde  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  e  $\Delta b^*$  é a diferença entre os parâmetros de cor inicial e final, respectivamente.



## **Análise estatística**

A análise estatística foi realizada através do *software* SigmaPlot (SigmaPlot 13.0, Systat Software Inc.). A normalidade dos dados (teste de Shapiro-Wilk,  $p>0,05$ ) e igualdade de variâncias (teste Brown-Forsythe,  $p>0,05$ ) foram verificadas. Os dados de grau de conversão e espessura de película foram analisados por análise de variância (ANOVA) a 1 fator, e estabilidade de cor e resistência de união foram avaliados por ANOVA a 2 fatores (material×tempo e material×substrato, respectivamente). Os dados foram submetidos a teste *post hoc* de comparações múltiplas de médias Holm-Sidak ( $\alpha=0,05$ ).

## **Resultados**

Os resultados de grau de conversão, espessura de película e resistência de união ao microcislamento são mostrados na Tabela 2. Para o grau de conversão, houve diferença significativa entre os grupos ( $p<0,05$ ). As resinas OPUS e OPF apresentaram maior grau de conversão em comparação às resinas Z100 e VIS ( $p<0,05$ ).

Em relação à espessura de película, houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos ( $p<0,001$ ). A espessura de película foi maior para a resina Opus e menor para a resina OPF e cimento VEN ( $p<0,001$ ).

Houve diferença estatisticamente significativa na resistência de união ao cislamento entre os grupos ( $p<0,001$ ). A resistência de união da resina Z100 foi maior na cerâmica em relação ao esmalte. No esmalte, a resina VIS foi superior à resina OPUS ( $p=0,035$ ) e ao cimento VEN ( $p<0,001$ ). Na cerâmica, a resistência de união das resinas foi superior ao cimento resinoso ( $p<0,05$ ). A classificação das falhas é apresentada na Tabela 3.

Tabela 2. Médias  $\pm$  DP de grau de conversão (%), espessura de película (mm) e resistência de união ao microcisalhamento (MPa) dos grupos testados

Grupos	Grau de conversão	Espessura de película	Resistência de união	
			Esmalte	Cerâmica
Z100	59.8 $\pm$ 8,9 c	0,10 $\pm$ 0,01 b	53,4 $\pm$ 15,6 ABb	73,3 $\pm$ 22,5Aa
OPUS	72.1 $\pm$ 5,7 b	0,30 $\pm$ 0,02 a	49,0 $\pm$ 11,8 Ba	61,6 $\pm$ 15,7 Aa
VIS	57.7 $\pm$ 4,3c	0,10 $\pm$ 0,04 b	70,0 $\pm$ 11,2 Aa	60,9 $\pm$ 19,2 Aa
OPF	74.1 $\pm$ 6,8 ab	0,01 $\pm$ 0,01 c	52,7 $\pm$ 12,1 ABa	59,3 $\pm$ 8,7 Aa
VEN	66.2 $\pm$ 7,5 abc	0,02 $\pm$ 0,01 c	39,2 $\pm$ 22,8 Ba	39,4 $\pm$ 11,7 Ba

DP, desvio-padrão. Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatisticamente significativa na mesma coluna. Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatisticamente significativa na mesma linha.

Tabela 3. Modos de falha (%) após teste de resistência de união ao microcisalhamento

Grupos	Esmalte				Cerâmica			
	A	CE	CAC	M	A	CC	CAC	M
Z100	87	3	0	10	93	0	0	7
OPUS	97	0	0	3	97	0	0	3
VIS	97	0	0	3	97	0	0	3
OPF	97	0	0	3	90	0	0	10
VEN	87	3	0	10	84	0	3	13

A, Adesiva; CAC, Coesiva no Agente Cimentante; CC, Coesiva na Cerâmica; CE, Coesiva no Esmalte; M, Mista.

A ANOVA a dois fatores mostrou que o fator tempo influenciou significativamente a estabilidade de cor ( $p < 0,05$ ), porém não houve diferença entre os materiais ( $p > 0,05$ ). A interação entre os fatores não foi significativa ( $p = 0,082$ ) (Tabela 4). Após armazenamento em água, todos os materiais apresentaram alteração de cor ao longo do tempo.

Tabela 4. Resultados de alteração de cor ( $\Delta E$ ) nos diferentes tempos experimentais

Grupos	Tempo de armazenamento			
	7 dias	30 dias	60 dias	90 dias
Z100	2,12 ± 0,95 a	2,73 ± 0,81 a	4,18 ± 1,46 b	4,02 ± 1,67 b
OPUS	2,76 ± 0,91 a	2,63 ± 1,12 a	4,27 ± 0,62 b	4,20 ± 1,82 b
VIS	2,38 ± 0,69 a	2,61 ± 0,99 a	2,45 ± 0,84 b	3,46 ± 1,07 b
OPF	2,34 ± 0,71 a	3,25 ± 0,85 a	3,76 ± 0,54 b	4,21 ± 1,03 b
VEN	2,41 ± 0,99 a	2,46 ± 1,31a	3,46 ± 1,19 b	4,36 ± 1,50 b

Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatisticamente significante.

## Discussão

Os resultados deste estudo mostraram que houve diferença no grau de conversão, espessura de película e resistência de união ao cisalhamento entre os materiais, exceto para a estabilidade de cor. Assim, a hipótese nula foi parcialmente rejeitada.

No presente estudo, as resinas *bulkfill* OPUS e OPF apresentaram maior grau de conversão comparada à resina microhíbrida Z100, entretanto, o mesmo não foi observado para a resina *bulkfill* VIS. As resinas *bulkfill* surgiram com a proposta de utilizar incrementos de maior espessura sem comprometer a conversão e demais propriedades mecânicas. Isso foi possível devido a um menor conteúdo de carga inorgânica, sistemas de polimerização mais eficientes e materiais com maior translucidez.<sup>21</sup>

Segundo o fabricante, as resinas Opus possuem menor quantidade de canforoquinona e foi adicionado um “Sistema de Polimerização Avançada (APS)”, que interage com o sistema tradicional e amplia a capacidade de polimerização dessas resinas.<sup>22</sup> Além disso, o monômero UDMA presente nessas resinas tem maior flexibilidade e reatividade durante a polimerização por causa da fraca ligação de hidrogênio de seu grupo amina (NH) em comparação com os grupos hidroxila (OH) do Bis-GMA.<sup>23</sup>

Na comparação do grau de conversão das resinas e o cimento resinoso VEN, não houve diferença entre os materiais, corroborando com o estudo de Coelho *et al.* (2019)<sup>6</sup>. Apesar de a técnica de pré-aquecimento ser baseada na premissa de que o aumento da temperatura favorece a conversão, na prática o que se sabe é que a temperatura cai rapidamente quando a resina é removida do dispositivo<sup>18</sup>, o que obriga o clínico a trabalhar rapidamente nessa técnica. A resina VIS, devido à sua apresentação em cápsulas pré-aquecidas, facilita o uso e pode minimizar essa perda de calor.

A espessura de película é um importante fator para o sucesso de restaurações indiretas, uma vez que contribui para sua adaptação marginal, sendo influenciada diretamente pelo conteúdo de carga inorgânica dos materiais.<sup>24,25</sup> Neste estudo, a resina *flow* e o cimento resinoso apresentaram menor espessura de película, sendo mais apropriadas para a cimentação do que as resinas pré-aquecidas, corroborando com outros estudos.<sup>6,9,14,17,25,26</sup> Uma revisão sistemática com metanálise mostrou que, de fato, a espessura de película de resinas pré-aquecidas é maior que cimentos resinosos.<sup>27</sup>

Um agente cimentante mais espesso é mais suscetível à degradação no ambiente oral,<sup>14,25</sup> além de necessitar de maior pressão para assentamento da peça o que pode levar à fratura dos laminados de reduzida espessura<sup>7</sup>. A norma ISO 4049 estabelece que um material de cimentação deve possuir uma espessura de película inferior a 50  $\mu\text{m}$ <sup>20</sup>, o que foi observado somente para a resina *flow* e o cimento resinoso nesse estudo. É oportuno lembrar que a metodologia aplicada avaliou os materiais não-polimerizados e que a espessura de película tende a diminuir após a polimerização.<sup>5</sup>

Existe uma controvérsia sobre a espessura ser um fator decisivo na escolha do agente cimentante, pois autores argumentam que mais importante seria à resistência ao desgaste e a estabilidade de cor que o material pode apresentar no meio oral.<sup>5</sup> Porém, uma

revisão sistemática recente mostrou que há evidência de que o uso de resinas pré-aquecidas como agentes cimentantes pode afetar negativamente a adaptação de próteses fixas, apesar de não ser conclusiva devido às diferenças metodológicas entre os estudos.<sup>28</sup>

Embora exista pouca informação acerca da resistência de união de resinas pré-aquecidas ao substrato dentário e cerâmica, um estudo demonstrou resultados semelhantes ou similares de resistência de união à dentina de resinas pré-aquecidas e cimento resinoso dual.<sup>17</sup> Outro estudo que avaliou resistência de união ao cisalhamento no esmalte não encontrou diferenças entre a resina convencional, pré-aquecida e resina flow, demonstrando que a viscosidade do material não influencia a resistência de união ao esmalte<sup>14</sup>. Da mesma forma, no presente estudo, as resinas apresentaram resistência de união ao esmalte semelhante ao cimento resinoso, exceto para a resina VIS, que foi superior.

No geral, os valores de resistência de união foram elevados, uma vez que o substrato dentário avaliado foi o esmalte, devido a característica conservadora dos laminados cerâmicos. No esmalte, a ligação é mais forte e durável do que em dentina, provavelmente devido a técnica de condicionamento com ácido fosfórico bem estabelecida.<sup>1,29,30</sup> Além disso, na metodologia utilizada, a fotopolimerização foi realizada diretamente sobre o agente cimentante, o que não reproduz fielmente a clínica, uma vez que a interposição da cerâmica funciona como barreira à penetração da luz.<sup>13</sup>

O condicionamento da superfície com ácido fluorídrico e também a silanização contribuem para uma forte adesão entre materiais resinosos e cerâmicas à base de sílica<sup>31,32</sup>. Além do tratamento de superfície da cerâmica, o agente de união à estrutura dental e o agente cimentante são fatores que influenciam a adesão.<sup>32</sup> Neste estudo, todas as

resinas apresentaram maior resistência de união à cerâmica que o cimento resinoso e isso pode estar relacionado às suas melhores propriedades mecânicas.<sup>32</sup>

Apesar da metodologia utilizada ter avaliado os substratos isoladamente, um estudo mostrou que a avaliação combinada esmalte/cerâmica não produziu diferenças nos valores de resistência de união. O teste de microcisalhamento é eficiente para avaliar adesão e a confecção dos espécimes é mais fácil que no de microtração, especialmente para a cerâmica devido à sua característica dura e friável.<sup>29</sup>

Além da adesão, a cor é um importante parâmetro de avaliação de laminados cerâmicos. Neste estudo, observou-se alteração de cor ao longo do tempo após armazenamento em água destilada. A sorção de água leva à degradação e plastificação, afetando a cor e a longevidade dos materiais.<sup>7,33</sup> Embora alguns autores tenham demonstrado melhor estabilidade de cor para resinas pré-aquecidas<sup>13,14,34</sup>, no presente estudo, todos os materiais comportaram-se de maneira semelhante, corroborando com outros estudos.<sup>7,10,12</sup>

A descoloração da linha de cimentação é um aspecto importante a ser considerado na cimentação de restaurações cerâmicas, uma vez que é menos estável quimicamente que a cerâmica e pode sofrer alterações ao longo do tempo.<sup>7</sup> Neste estudo, optou-se por avaliar a estabilidade de cor com a peça cimentada, o que reproduz melhor o cenário clínico, já que a translucidez da cerâmica também é um fator a ser considerado na avaliação da percepção final da cor.<sup>35</sup>

Os resultados deste estudo devem ser interpretados com cautela, uma vez que refletem as características dos materiais avaliados. Estudos clínicos são necessários para avaliar o comportamento desses materiais expostos à degradação no ambiente oral.

## Conclusões

As resinas pré-aquecidas apresentaram desempenho semelhante ao cimento resinoso e resina flow nas propriedades avaliadas, exceto para a espessura de película. A resina termoviscosa Viscolor apresentou maior resistência de união que o cimento resinoso.

## Referências

1. Morita RK, Hayashida MF, Pupo YM, Berger G, Reggiani RD, Betiol EAG. Minimally Invasive Laminate Veneers: Clinical Aspects in Treatment Planning and Cementation Procedures. *Case Rep Dent*. 2016;1–13.
2. Śmielak B, Armata O, Bociong K. Clinical longevity and trend analysis of 801 ultrathin ceramic veneers: A clinical cohort study. *J Prosthet Dent*. 2022;1–9.
3. Perroni AP, Amaral C, Kaizer MR, Moraes RR De, Boscato N. Shade of Resin-Based Luting Agents and Final Color of Porcelain Veneers. *J Esthet Restor Dent*. 2016;28(5):295–303.
4. Gresnigt MMM, Özcan M, Carvalho M, Lazari P, Cune MS, Razavi P, et al. 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.
5. Marcondes RL, Lima VP, Barbon FJ, Isolan CP, Carvalho MA, Salvador M V., et al. Viscosity and thermal kinetics of 10 preheated restorative resin composites and effect of ultrasound energy on film thickness. *Dent Mater*. 2020;36:356–64.
6. Coelho NF, Barbon FJ, Machado RG, Bocato N, Moraes RR. Response of composite resins to preheating and the resulting strengthening of luted feldspar

- ceramic. *Dent Mater.* 2019;35(10):1430–8.
7. Gugelmin BP, Miguel LCM, Filho FB, da Cunha LF, Correr GM, Gonzaga CC. Colorstability of ceramic veneers luted with resin cements and pre-heated composites: 12 months follow-up. *Braz Dent J.* 2020;31(1):69–77.
  8. 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.
  9. Falacho RI, Marques JA, Palma PJ, Roseiro L, Caramelo F, Ramos JC, et al. Luting indirect restorations with resin cements versus composite resins: Effects of preheating and ultrasound energy on film thickness. *J Esthet Restor Dent.* 2022;34(4):641–9.
  10. Mundim FM, Garcia LDFR, Cruvinel DR, Lima FA, Bachmann L, Pires-de-Souza FDCP. Color stability, opacity and degree of conversion of pre-heated composites. *J Dent.* 2011;39(1):25–9.
  11. Kahnamouei MA, Gholizadeh S, Rikhtegaran S, Daneshpooy M, Kimyai S, Oskoe PA, et al. Effect of preheat repetition on color stability of methacrylate- and silorane-based composite resins. *Tabriz Univ Med Sci [Internet].* 2017;11(4):222–8.
  12. Almeida JR, Schmitt GU, Kaizer MR, Boscato N, Moraes RR. Resin-based luting agents and color stability of bonded ceramic veneers. *J Prosthet Dent [Internet].* 2015 Aug;114(2):272–7.
  13. Schneider LFJ, Ribeiro RB, Liberato, Walleska Feijó Salgado VE, Moraes RR, Cavalcante LM. Curing potential and color stability of different resin-based luting



- materials. *Dent Mater.* 2020;36:309–15.
14. Tomaselli L de O, Oliveira DCRS de, Favarão J, Silva AF da, Pires-de-Souza F de CP, Geraldeli S, et al. Influence of Pre-Heating Regular Resin Composites and Flowable Composites on Luting Ceramic Veneers with Different Thicknesses. *Braz Dent J.* 2019;30(5):459–66.
  15. Kramer M, Edelhoff D, Stawarczyk B. Flexural Strength of Preheated Resin Composites and Bonding Properties to Glass-Ceramic and Dentin. *Materials (Basel).* 2016;29;9(2):83.
  16. Demirbuga S, Ucar FI, Cayabatmaz M, Zorba YO, Cantekin K, Topçuoğlu HS, et al. Microshear bond strength of preheated silorane- and methacrylate-based composite resins to dentin. *Scanning.* 2016;38(1):63–9.
  17. Goulart M, Borges Veleda B, Damin D, Bovi Ambrosano GM, Coelho de Souza FH, 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.
  18. Daronch M, Rueggeberg frederick a., Moss L, de goes mario fernando. Clinically Relevant Issues Related to Preheating Composites. *J Esthet Restor Dent.* 2006;18(6):340–50.
  19. Tauböck TT, Tarle Z, Marovic D, Attin T. Pre-heating of high-viscosity bulk- fi ll resin composites : Effects on shrinkage force and monomer conversion. *J Dent.* 2015;43(11):1358–64.
  20. ISO 4049:2009. Dentistry - Polymer-based restorative materials. International Organization for Standardization. 2009.

21. Cidreira Boaro LC, Pereira Lopes D, de Souza ASC, Lie Nakano E, Ayala Perez MD, Pfeifer CS, et al. Clinical performance and chemical-physical properties of bulk fill composites resin —a systematic review and meta-analysis. *Dent Mater.* 2019;35(10):249–64.
22. Modena RA, Sinhoreti MAC, Palin W, Cavalcante LM, Schneider LF. Light and viscosity effects on the curing potential of bulk-fill composites placed in deep cavities. *Odontology.* 2021;109(4):874–83.
23. Alshali RZ, Silikas N, Satterthwaite JD. Degree of conversion of bulk-fill compared to conventional resin-composites at two time intervals. *Dent Mater.* 2013;29(9):213–7.
24. Lee JH, Um CM, Lee I bog. Rheological properties of resin composites according to variations in monomer and filler composition. *Dent Mater.* 2006;22(6):515–26.
25. Sampaio CS, Barbosa JM, Cáceres E, Rigo LC, Coelho PG, Bonfante EA, et al. Volumetric shrinkage and film thickness of cementation materials for veneers: An in vitro 3D microcomputed tomography analysis. *J Prosthet Dent.* 2017;117(6):784–91.
26. Blalock JS, Holmes RG, Rueggeberg FA. Effect of temperature on unpolymerized composite resin film thickness. *J Prosthet Dent.* 2006;96(6):424–32.
27. Barbon FJ, Isolan CP, Soares LD, Bona A Della, de Oliveira da Rosa WL, Boscato N. A systematic review and meta-analysis on using preheated resin composites as luting agents for indirect restorations. *Clin Oral Investig .* 2022;26(4):3383–93.
28. Souza TJS de, Freitas A da S, Ferreira DMTP, Maia LC, Rabello TB. Does the use of preheated restorative resin composite as a luting agent influence the adaptation

- of fixed dental prostheses? A systematic review. *J Prosthet Dent.* 2022;1–8.
29. Kermanshah H, Borougeni AT, Bitaraf T. Comparison of the microshear bond strength of feldspathic porcelain to enamel with three luting resins. *J Prosthodont Res.* 2011;55(2):110–6.
  30. Öztürk E, Bolay Ş, Hickel R, Ilie N. Shear bond strength of porcelain laminate veneers to enamel, dentine and enamel–dentine complex bonded with different adhesive luting systems. *J Dent.* 2013;41(2):97–105.
  31. Kumbuloglu O, Lassila LVJ, User A, Toksavul S, Vallittu PK. Shear bond strength of composite resin cements to lithium disilicate ceramics. *Journal of Oral Rehabilitation.* 2005; 32:128–33.
  32. Lise DP, Perdigão J, Van Ende A, Zidan O, Lopes GC. Microshear bond strength of resin cements to lithium disilicate substrates as a function of surface preparation. *Oper Dent.* 2015;40(5):524–32.
  33. Tian T, Tsoi JK hon, Matinlinna JP, Burrow MF. Aspects of bonding between resin luting cements and glass ceramic materials. *Dent Mater.* 2014;
  34. Bilgili Can D, Özarslan M. Evaluation of color stability and microhardness of contemporary bulk-fill composite resins with different polymerization properties. *J Esthet Restor Dent.* 2022:1–9.
  35. Rodrigues RB, De Lima E, Roscoe MG, Soares CJ, Cesar PF, Novais VR. Influence of resin cements on color stability of different ceramic systems. *Braz Dent J.* 2017;28(2):191–5.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo não justificam a utilização da técnica de pré-aquecimento de resinas compostas para cimentação de laminados cerâmicos porque adiciona pouco ou nenhum benefício às propriedades testadas. Além disso, é uma técnica sensível que exige habilidade do profissional para minimizar a perda de calor ao retirar a resina do dispositivo, adicionando um passo clínico à etapa de cimentação. Algumas resinas, apesar de apresentar diminuição da viscosidade, não alcançam os cimentos resinosos e resina *flow*, o que pode levar a falhas na adaptação e sobrecontornos.

Assim, parece mais viável utilizar os cimentos resinosos que são materiais especificamente fabricados para a finalidade de cimentação de laminados cerâmicos do que utilizar uma técnica cujo benefício ainda não foi comprovado cientificamente.

## REFERÊNCIAS

ACQUAVIVA, P. A. et al. Degree of conversion of three composite materials employed in the adhesive cementation of indirect restorations: A micro-Raman analysis. *Journal of Dentistry*, v. 37, n. 8, p. 610–615, ago. 2009.

AHN, K. H. et al. Effect of preheating on the viscoelastic properties of dental composite under different deformation conditions. *Dental Materials Journal*, v. 34, n. 5, p. 702–706, 2015.

ALIZADEH OSKOEI, P. et al. The effect of repeated preheating of dimethacrylate and silorane-based composite resins on marginal gap of class V restorations. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, v. 11, n. 1, p. 36–42, 15 mar. 2017.

ALMEIDA, J. R. et al. Resin-based luting agents and color stability of bonded ceramic veneers. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, v. 114, n. 2, p. 272–277, ago. 2015.

BEIER, U. S.; DUMFAHRT, H. Longevity of silicate ceramic restorations. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, v. 45, n. 8, p. 637–44, 2014.

BLALOCK, J. S.; HOLMES, R. G.; RUEGGEBERG, F. A. Effect of temperature on unpolymerized composite resin film thickness. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, v. 96, n. 6, p. 424–432, dez. 2006.

CALHEIROS, F. C. et al. Effect of temperature on composite polymerization stress and degree of conversion. *Dental Materials*, v. 30, n. 6, p. 613–618, jun. 2014.

CHOUDHARY, N. et al. Effect of Pre-Heating Composite Resin on Gap Formation at Three Different Temperatures. *Journal of conservative dentistry : JCD*, v. 14, n. 2, p. 191–195, abr. 2011.

COELHO, N. F. et al. Response of composite resins to preheating and the resulting

strengthening of luted feldspar ceramic. *Dental Materials*, v. 35, n. 10, p. 1430–1438, 2019.

D'AMARIO, M. et al. Effect of Repeated Preheating Cycles on Flexural Strength of Resin Composites. *Operative Dentistry*, v. 38, n. 1, p. 33–38, jan. 2013.

D'AMARIO, M. et al. Influence of a Repeated Preheating Procedure on Mechanical Properties of Three Resin Composites. *Operative Dentistry*, v. 40, n. 2, p. 181–189, mar. 2015.

D'ARCANGELO, C. et al. Clinical evaluation on porcelain laminate veneers bonded with light-cured composite: results up to 7 years. *Clinical Oral Investigations*, v. 16, n. 4, p. 1071–1079, 20 ago. 2012.

DA COSTA, J. B.; HILTON, T. J.; SWIFT JR., E. J. Preheating Composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, v. 23, n. 4, p. 269–275, ago. 2011.

DARONCH, M. et al. Polymerization Kinetics of Pre-heated Composite. *Journal of Dental Research*, v. 85, n. 1, p. 38–43, 11 jan. 2006.

DARONCH, M.; RUEGGEBERG, F. A.; DE GOES, M. F. Monomer Conversion of Pre-heated Composite. *Journal of Dental Research*, v. 84, n. 7, p. 663–667, 11 jul. 2005.

DE CASTRO, F. L. A. et al. Temperature and curing time affect composite sorption and solubility. *Journal of Applied Oral Science*, v. 21, n. 2, p. 157–162, 2013.

DEB, S. et al. Pre-warming of dental composites. *Dental Materials*, v. 27, n. 4, p. e51–e59, abr. 2011.

DEMIRBUGA, S. et al. Microshear bond strength of preheated silorane- and methacrylate-based composite resins to dentin. *Scanning*, v. 38, n. 1, p. 63–69, jan. 2016.

DIONYSOPOULOS, D.; PAPADOPOULOS, C.; KOLINIOTOU-KOUMPIA, E. Effect of Temperature, Curing Time, and Filler Composition on Surface Microhardness of Composite Resins. *Journal of conservative dentistry : JCD*, v. 18, n. 2, p. 114–118, 2015.

DOS SANTOS, R. E. A. et al. Effect of Preheating Resin Composite and Light-curing Units on the Microleakage of Class II Restorations Submitted to Thermocycling. *Operative Dentistry*, v. 36, n. 1, p. 60–65, jan. 2011.

EL-DEEB, H. A.; EL-AZIZ, S. A.; MOBARAK, E. H. Effect of preheating of low shrinking resin composite on intrapulpal temperature and microtensile bond strength to dentin. *Journal of Advanced Research*, v. 6, n. 3, p. 471–478, 2015.

EL-KORASHY, D. I. Post-gel Shrinkage Strain and Degree of Conversion of Preheated Resin Composite Cured Using Different Regimens. *Operative Dentistry*, v. 35, n. 2, p. 172–179, mar. 2010.

ELKAFFAS, A. A. et al. The effect of preheating resin composites on surface hardness: a systematic review and meta-analysis. *Restorative Dentistry & Endodontics*, v. 44, n. 4, p. 1–13, 2019.

ELKAFFASS, A.-A. et al. Influence of preheating on mechanical and surface properties of nanofilled resin composites. *J Clin Exp Dent*, v. 12, n. 5, p. e494-500, 2020.

FALACHO, R. I. et al. Luting indirect restorations with resin cements versus composite resins: Effects of preheating and ultrasound energy on film thickness. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, v. 34, n. 4, p. 641–649, 2022.

FRÓES-SALGADO, N. R. et al. Composite pre-heating: Effects on marginal adaptation, degree of conversion and mechanical properties. *Dental Materials*, v. 26, n. 9, p. 908–914, set. 2010.

GOULART, M. et al. Preheated composite resin used as a luting agent for indirect restorations: effects on bond strength and resin-dentin interfaces. *The international journal of esthetic dentistry*, v. 13, n. 1, p. 86–97, 2018.

GRESNIGT, M. M.; KALK, W.; OZCAN, M. Randomized clinical trial of indirect resin composite and ceramic veneers: up to 3-year follow-up. *The journal of adhesive dentistry*, v. 15, n. 2, p. 181–90, abr. 2013.

GUGELMIN, B. P. et al. Colorstability of ceramic veneers luted with resin cements and pre-heated composites: 12 months follow-up. *Brazilian Dental Journal*, v. 31, n. 1, p. 69–77, 2020.

KAHNAMOUEI, M. A. et al. Effect of preheat repetition on color stability of methacrylate- and silorane-based composite resins. *Tabriz University of Medical Sciences*, v. 11, n. 4, p. 222–228, 2017.

KRAMER, M.; EDELHOFF, D.; STAWARCZYK, B. Flexural Strength of Preheated Resin Composites and Bonding Properties to Glass-Ceramic and Dentin. *Materials*, v. 9, n. 2, p. 83, 29 jan. 2016.

LOPES, L. C. P. et al. Heating and preheating of dental restorative materials—a systematic review. *Clinical Oral Investigations*, v. 24, n. 12, p. 4225–4235, 2020.

LOUMPRINIS, N. et al. Viscosity and stickiness of dental resin composites at elevated temperatures. *Dental Materials*, v. 37, n. 3, p. 413–422, 2021.

MARCONDES, R. L. et al. Viscosity and thermal kinetics of 10 preheated restorative resin composites and effect of ultrasound energy on film thickness. *Dental Materials*, v. 36, p. 356–364, 2020.

MOHAMMADI, N. et al. Effect of pre-heating on the mechanical properties of silorane-



based and methacrylate-based composites. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, v. 8, n. 4, p. 0–0, 2016.

MUNDIM, F. M. et al. Color stability, opacity and degree of conversion of pre-heated composites. *Journal of Dentistry*, v. 39, n. SUPPL. 1, p. 25–29, jul. 2011.

OSTERNACK, F. et al. Effects of Preheating and Precooling on the Hardness and Shrinkage of a Composite Resin Cured with QTH and LED. *Operative Dentistry*, v. 38, n. 3, p. E50–E57, abr. 2013.

PRASANNA, N. et al. Degree of Conversion and Residual Stress of Preheated and Room-Temperature Composites. *Indian journal of dental research : official publication of Indian Society for Dental Research*, v. 18, n. 4, p. 173–176, 2007.

RICKMAN, L. J.; PADIPATVUTHIKUL, P.; CHEE, B. Clinical applications of preheated hybrid resin composite. *Nature Publishing Group*, v. 211, n. 2, p. 63–67, 2011.

RUEGGEBERG, F. A. et al. In Vivo Temperature Measurement: Tooth Preparation and Restoration with Preheated Resin Composite. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, v. 22, n. 5, p. 314–322, out. 2010.

SCHNEIDER, L. F. J. et al. Curing potential and color stability of different resin-based luting materials. *Dental Materials*, v. 36, p. 309–315, 2020.

SHARAFEDDIN, F.; MOTAMEDI, M.; FATTAH, Z. Effect of Preheating and Precooling on the Flexural Strength and Modulus of Elasticity of Nanohybrid and Silorane-based Composite. *Journal of dentistry (Shiraz, Iran)*, v. 16, n. 3 Suppl, p. 224–9, set. 2015.

SOUZA, T. J. S. de et al. Does the use of preheated restorative resin composite as a luting agent influence the adaptation of fixed dental prostheses? A systematic review. *Journal*

*of Prosthetic Dentistry*, p. 1–8, 2022.

TANTBIROJN, D. et al. Hardness and postgel shrinkage of preheated composites. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, v. 42, n. 3, p. e51-9, mar. 2011.

TAUBÖCK, T. T. et al. Pre-heating of high-viscosity bulk- fill resin composites : Effects on shrinkage force and monomer conversion. *Journal of Dentistry*, v. 43, n. 11, p. 1358–1364, 2015.

THEOBALDO, J. D. et al. Effect of preheating and light-curing unit on physicochemical properties of a bulk fill composite. *Clinical, cosmetic and investigational dentistry*, v. 9, p. 39–43, 2017.

TIAN, T. et al. Aspects of bonding between resin luting cements and glass ceramic materials. *Dental Materials*, 2014.

UCTASLI, M. B. et al. Effect of preheating on the mechanical properties of resin composites. *European journal of dentistry*, v. 2, n. 4, p. 263–8, out. 2008.

WAGNER, W. C. et al. Effect of Pre-heating Resin Composite on Restoration Microleakage. *Operative Dentistry*, v. 33, n. 1, p. 72–78, jan. 2008.

WALTER, R. et al. Effects of temperature on composite resin shrinkage. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, v. 40, n. 10, p. 843–7, 2009.

ANEXO A – Diretrizes para publicação de trabalhos na Journal of Prosthetic dentistry

2013 Guia para a Preparação de Manuscritos

The Journal of Prosthetic Dentistry

Atualizado em 2012 pelo Escritório de Publicação do The Journal of Prosthetic Dentistry  
Georgia Regents University, College of Dental Medicine, Augusta, GA

Traducido por Richard C. Cardoso, D.D.S, M.S.

Assistant Professor, Section of Oral Oncology, Dept. of Head and Neck Surgery The  
University of Texas, M.D. Anderson Cancer Center

Sobre o “Journal of Prosthetic Dentistry”

Nos seus 62 anos, The Journal of Prosthetic Dentistry tem sido a revista líder profissional dedicada exclusivamente à odontologia protética e restauradora. É a publicação oficial de 25 organizações de prostodônticos nos EUA e internacionalmente, servindo dentistas e protéticos em prática avançada. A revista apresenta artigos originais revisados por pares sobre as mais recentes técnicas, materiais dentários, e os resultados de investigação, com fotos a cor que ilustram procedimentos passo-a-passo.

O Journal of Prosthetic Dentistry está incluído no Index Medicus e CINAHL, e é o jornal más citado em prostodontia, pelo número de referências citados segundo o “Journal Citation Reports”® de 2011.

The Journal of Prosthetic Dentistry Editorial Office

Georgia Regents University College of Dental Medicine 1120 15th St, GC3094 Augusta,  
GA 30912-1255

Telefone: (706) 721-4558

Fax: (706) 721-4571

E-mail: JPD@gru.edu

Website: [www.prosdent.org](http://www.prosdent.org) Submissão on-line: <http://www.ees.elsevier.com/jpd/>

#### Lista de verificação para submissão inicial

- Carta de submissão
  
- Conflito de interesses e declaração financeira, se aplicável
  
- Permissão para reprodução de materiais previamente publicados, se aplicável
  
- O consentimento informado para fotografias de pacientes, se aplicável
  
- Um manuscrito em formato Microsoft Word que contém:
  - Página de título
  - Abstrato
  - Texto principal, (o próprio artigo)
  - Referências bibliográficas
  - Tabelas
  - Lendas de ilustrações, e
  - Figuras em formato TIFF (ver Orientações, páginas 11-13)

Obrigado pelo seu interesse em escrever um artigo para o Journal of Prosthetic Dentistry. No processo de publicação, como em odontologia, procedimentos precisos são essenciais. Sua atenção e complacência com as seguintes políticas ajudará a garantir o processamento atempado da sua submissão.

#### Comprimento de Manuscritos

Comprimento do manuscrito depende do tipo. Artigos de pesquisa e ciência clínicos gerais não deve exceder 10 a 12 páginas, escritos em espaço duplo (excluindo referências, legendas e tabelas). Relatórios Clínicos e Técnicas Dentárias não deve exceder 4 a 5 páginas, e conselhos dos nossos leitores não deve exceder 1 a 2 páginas. O comprimento varia de revisões sistemáticas.

#### Número de Autores

O número de autores é limitado a 4, inclusão de mais de 4 deve ser justificada na carta de submissão. (Contribuição de cada autor deve ser anotado) Caso contrário, autores acima de 4 serão listados nos agradecimentos.

#### Formatação Geral

Todas as submissões devem ser enviadas através do sistema de EES em Microsoft Word ou num formato compatível com Microsoft Word usando páginas de 8.5 X 11 polegadas em tamanho. As seguintes especificações deve ser seguido:

- Times Roman, 12 pt
- Espaço duplo
- Justificado à esquerda
- Margens de 1 polegada (2,5cm) em todos os lados da página
- Tabulação de meia polegada (1,25cm)
- Cabeçalhos/rodapés deve ser livre de números de páginas ou qualquer outra informação
- Referências; não deve ser numerados automaticamente (formatado).
- Defina a linguagem em MS Word para Inglês (EUA).

Os artigos são classificados da seguinte maneira: Relatório de Pesquisa/Casos Clínicos, Relatório Clínico, Técnica Dentária, Revisão Sistemática, ou Concelhos dos Nossos Leitores. Seções necessárias para cada tipo de artigo são listados na ordem em que devem ser apresentados.

#### RELATÓRIO DE PESQUISA/ESTUDO CLÍNICO

O relatório da pesquisa não deve ser mais de 10-12 páginas digitadas em espaço duplo e deve ser acompanhado por não mais de 12 ilustrações de alta qualidade. Evite o uso de forma de esboço (ou seja enumerações e/ou frases ou parágrafos com marcadores). O texto deve ser escrito em frases completas e em forma de parágrafo.

- Abstract (Abstrato): (aproximadamente 250 palavras): Crie um resumo estruturado com os seguintes subseções: Statement of the Problem (Declaração do Problema), Objective (Objetivo), Materials and Methods (Métodos e Materiais), Results (Resultados) e Conclusions (Conclusões). O abstrato deve conter detalhes suficientes para descrever o experimento e os variáveis do projeto. O tamanho da amostra, os controles, o método de medição, estandardização, confiabilidade examinador, e método estatístico utilizado com nível de significância associado deve ser descritos na seção de Materiais e Métodos. Valores reais devem ser fornecido na seção de Resultados.

- **Clinical Implications (Implicações Clínicas):** Em 2-4 frases, descreva o impacto dos resultados do estudo sobre prática clínica.
- **Introduction (Introdução):** Explique o problema completamente com precisão. Resuma a literatura relevante, e identifique qualquer viés em estudos anteriores. Declare claramente o objetivo do estudo e a hipótese da pesquisa no final da introdução. Observe que, numa profunda revisão da literatura, a maioria das referências (se não todas) devem ser citadas na seção Materiais e Métodos e/ou na Introdução.
- **Materials and Methods (Materiais e Métodos):** No parágrafo inicial, forneça uma visão geral do experimento. Forneça informações completas de todos os produtos de fabricação e instrumentos utilizados, entre parênteses ou em uma tabela. Descreva o que foi medido, como foi medido, e as unidades de medida utilizadas. Liste os critérios para julgamento quantitativo. Descreva o designo experimental e variáveis, incluindo critérios definidos para controlar variáveis, standardizar os testes, a alocação de espécimes/sujeitos a grupos (método de randomização), o tamanho total da amostra, controles, calibração dos examinadores, e confiabilidade de instrumentos e examinadores. Descreva como o tamanho das amostras foi determinada (por exemplo, com a análise de força (power analysis)). Evite o uso de números para identificar grupos. Em vez, use abreviações ou códigos que claramente indicaram as características do grupo e assim, os grupos serão mais significativo para o leitor. Os testes estatísticos e níveis de significância associado devem ser descrito no final desta seção.
- **Results (Resultados):** Descreva com precisão e brevemente, na mesma ordem que os testes foram descritos na seção de Materiais e Métodos. Para uma listagem extensa, os dados poderão ser apresentados em forma tabular ou forma gráfica para ajudar o leitor. Para 1-way ANOVA apresente df, e valores de F e P nas áreas apropriada no texto. Para todas as outras ANOVAs, de acordo com as orientações, forneça a tabela ANOVA. Descreva os resultados e as tendências mais significativas. Texto, tabelas e figuras não devem repetir ao outro. Resultados notados como significativos devem ser validados por dados atuais e valores P.
- **Discussion (Discussão):** Discuta os resultados do estudo, em relação à hipótese e a relevante literatura. A discussão deve começar por explicar se sim ou não há suporte a rejeitar a hipótese nula. Se os resultados não concordam com outros estudos e/ou com opiniões aceites, declare como, e porquê os resultados são diferentes. Resultados concordantes com outros estudos também devem ser declarados. Identifique as limitações do seu estudo e sugere pesquisas futuras.
- **Conclusion (Conclusão):** Liste concisamente conclusões da pesquisa que possam ser retiradas do seu estudo, não simplesmente reafirmar os resultados. As conclusões devem ser pertinentes aos objetivos e justificado pelos dados. Na maioria das situações, as conclusões são só verdade para a população do experimento. Todas as conclusões devem ser acompanhadas por análises estatísticas
- **References (Referências):** Consulte a página 9 para obter mais orientações, página 22 para amostras.
- **Tables (Tabelas):** Construir tabelas de acordo com as orientações na página 11.

- Legends for Illustrations (Legendas para as Ilustrações): Descreva de forma concisa cada ilustração sem diretamente duplicar o texto. Consulte a página 13 para obter mais orientações; página 23 para a página de amostra de legendas.

## RELATÓRIO CLÍNICO

O relatório clínico descreve os métodos do autor para cumprir um tratamento difícil dum paciente; não deve ser mais de 4 a 5 páginas, espaço duplo, e deve ser acompanhado por não mais do que 8 ilustrações de alta qualidade. Em algumas situações, o editor pode aprovar a publicação de figuras adicionais se contribuírem significativamente ao manuscrito.

- Abstract (Abstrato): Forneça um curto abstrato, sem estrutura, num parágrafo que brevemente resume o problema encontrado e tratamento administrado.
- Introduction (Introdução): Resuma a literatura relevante para o problema encontrado, incluindo referências de tratamentos e protocolos padrão. Por favor note que a maioria das referências, se não todas, devem ser citadas na introdução e/ou na seção Relatório Clínico.
- Clinical Report (Relatório Clínico): Descreva o paciente, o problema com o qual ele/ela apresentou, e qualquer história médica ou odontológica relevante. Descreva as várias opções de tratamento e as razões para tratamento escolhido. Descreva completamente o tratamento, a duração do período de acompanhamento, e melhorias notáveis resultado do tratamento. Esta seção deve ser escrito no passado e em forma de parágrafo.
- Discussion (Discussão): Comente sobre as vantagens e desvantagens do tratamento escolhido e descreva qualquer contraindicações do tratamento. Se o texto torna repetitivo, omita a discussão.
- Summary (Sumário): Resume brevemente o tratamento do paciente.
- References (Referências): Selecione e escreva referências bibliográficas de acordo com as orientações da página 10.
- Legends for illustrations (Legendas para as ilustrações): Descreva de forma concisa cada ilustração sem diretamente duplicar o texto principal.

## TÉCNICA DENTÁRIA

Um artigo sobre uma técnica dentária deve ser apresentada num formato de passo-a-passo, um procedimento único, útil para profissionais de odontologia. Não deve ser mais de 4 a 5 páginas digitadas, em espaço duplo, e ser acompanhado por não mais de 8 ilustrações de alta qualidade. Em algumas

situações, o Editor poderá aprovar a publicação de imagens adicionais se contribuírem significativamente ao manuscrito.

- Abstract (Abstrato): Forneça um curto abstrato, sem estrutura, de um parágrafo que brevemente resume a técnica apresentada.

- Introduction (Introdução): Resume a literatura relevante. Inclua referências a métodos e protocolos estandardizados. Por favor note que a maioria das referências, se não todas, devem ser citadas na Introdução e/ou seção Técnica .
- Technique (Técnica): Num formato enumerado, passo-a-passo, descreva cada passo da técnica. O texto deve ser escrito em forma ativa, em vez de forma passiva (por exemplo, “Survey the diagnostic cast” em vez de “The diagnostic cast was surveyed.”) Inclua referências para as ilustrações acompanhadas.
- Discussion (Discussão): Comente sobre as vantagens e desvantagens da técnica, as situações onde possam ser aplicadas, e descreva qualquer contraindicações da sua técnica. Evite alegações excessivas de eficácia. Se o texto torna-se repetitivo, omita a discussão.
- Summary (Sumário): Resume brevemente a técnica apresentada e suas vantagens principais.
- References (Referências): Selecione e escreva referências bibliográficas de acordo com as orientações da página 12.
- Legends for illustrations (Legendas para as ilustrações): Descreva de forma concisa cada ilustração sem diretamente duplicar o texto principal.

## REVISÃO SISTEMÁTICA

O autor é aconselhado a desenvolver uma revisão sistemática no estilo e formato Cochrane. O Jornal está transacionando de revisões de literatura para revisões sistemáticas. Para mais informações sobre revisões sistemáticas, consulte [www.cochrane.org](http://www.cochrane.org).

Um exemplo duma revisão sistemática:

Torabinejad M, Anderson P, Bader J, Brown LJ, Chen LH, Goodacre CJ, Kattadiyil MT, Kutsenko D, Lozada J, Patel R, Petersen F, Puterman I, White SN. Outcomes of root canal treatment and restoration, implant-supported single crowns, fixed partial dentures, and extraction without replacement: a systematic review. *J Prosthet Dent* 2007 Oct; 98(4):285-311.

A revisão sistemática consiste de:

- 1) Um abstrato – Um resumo usando um formato estruturado (Declaração do Problema, Objetivo, Material e Métodos e Materiais, Resultados, Conclusões).
- 2) Revisão do texto- Composta por uma introdução (estado da questão e objetivo), os métodos (Critérios de seleção, métodos de pesquisa, coleta e análise dos dados), resultados (descrição dos estudos, qualidade metodológica e análise dos resultados), discussão, conclusões dos autores, agradecimentos, e conflitos de interesse. As referências devem ser avaliadas por pares e seguindo o formato JPD (página 11).
- 3) As tabelas e figuras, se necessárias-- mostrando características dos estudos incluídos, especificação das intervenções em comparação, os resultados dos estudos



incluídos, um registro dos estudos que foram excluídos e tabelas adicionais e números relevantes para a revisão.

## CONSELHOS DOS NOSSO LEITORES

Conselhos dos nossos leitores são breves relatórios sobre procedimentos úteis ou que economizam tempo. Devem ser limitado a 2 autores, não mais do que 250 palavras, e incluem não mais de 2 ilustrações de alta qualidade. Descreva o procedimento num formato numerado de passo-a-passo, escreva o texto em forma ativa, em vez de forma passiva (por exemplo, “Survey the diagnostic cast” em vés de “The diagnostic cast was surveyed.”)

## ARRANJO da PRIMEIRA PÁGINA – Página Título (Title Page)

Por favor, veja o exemplo da página título no Apêndice I (página 19).

- **Título:** O título deve definir a ideia do estudo, o conteúdo do estudo, e significado clínico. Utilize letra maiúscula apenas na primeira letra da primeira palavra. Não sublinhar o título. Abreviaturas ou nomes comerciais não deve ser usado no título. Palavras como ‘new’, ‘novel’, ou ‘simple’ não são recomendados para o título.
- **Autores:** Diretamente sobre o título, escreva os nomes e títulos dos autores. Liste somente os graus acadêmicos. Por favor não use denominações de associações.
- **Instituições:** Diretamente sobre os nomes dos autores, escreva a afiliação institucional e as cidades, estados ou países (se não os Estados Unidos) em que estas instituições são localizadas. Se necessário, inclua a tradução do nome da instituição. Se os autores não são afiliados com uma instituição, por favor, liste a cidade, estado ou país (se não os Estados Unidos), em que os autores vivem.
- **Apresentação/informações de suporte financeiro e títulos:** Se a pesquisa foi apresentada antes numa reunião, escreva o nome da organização, o local, e data da reunião. Se o trabalho foi apoiado por uma bolsa de estudo ou qualquer outro tipo de financiamento, forneça o nome da organização de suporte e o número de concessão. Liste os títulos acadêmicos (por exemplo, Assistant Professor) e afiliações departamental de todos os autores.
- **Informações de contato:** Liste o endereço para correspondência, telefone comercial, número de fax, e e-mail do autor onde receberá a correspondência.

## ABSTRATO

- O abstrato deve ser escrito numa página separada do texto principal.

- O abstrato não deve incluir abreviaturas ou informações de fabricação.

## TEXTO PRINCIPAL

### Cabeçalhos

- Os cabeçalhos devem contribuir a clareza do artigo e mudança de uma seção para outra (por exemplo, da discussão para conclusões).
- O uso de subtítulos podem ser apropriados para seção de Materiais e Métodos, mas é geralmente desencorajado nos Resultados e Discussão.
- Todos os cabeçalhos devem ser alinhados com a margem esquerda. Cabeçalhos principais (por exemplo, "MATERIALS AND METHODS") devem ser escrito em letras maiúsculas, subtítulos (por exemplo, "Specimen preparation" deve ser escrito com a primeira letra maiúscula e o restante da frase em letras minúsculas.)

### Informações de identificação de produto e sua manufatura

- Descreva produtos em termos genéricos. Imediatamente após a palavra, forneça as seguintes informações em parênteses: nome do produto e do fabricante; por exemplo: "The impression was poured in Type IV stone (Denstone; Heraeus Kulzer) and related to each other with a fastsetting vinyl polysiloxane occlusal registration material (Correct VPS Bite Registration;

Jeneric/Pentron, Inc)." Por favor, note que há um ponto e vírgula após o nome do produto. Nós já não exigimos a cidade e estado/País para cada fabricante que esta informação muda com tempo e é fácil de encontrar na rede.

- Não use símbolos de marca registrada, não são consistentes com estilo do Jornal.
- Use nomes de medicamentos genéricos; os nomes comerciais podem ser mencionados em parênteses na primeira menção.

### Abreviaturas

- Se abreviaturas foram utilizadas, forneça a forma expandida na primeira menção e abreviar daí em diante, por exemplo, "fixed dental prosthesis (FDP)".

## Referências

### Referências aceitáveis e a sua colocação no documento

- A maioria das referências, se não todas, devem ser citada na introdução e/ou na seção de Materiais e Métodos. Apenas aquelas referências que foram citadas anteriormente ou que se relacionam diretamente aos resultados do estudo podem ser citados na discussão.

- Só os artigos publicados que foram revisados por pares podem ser usado como referência. Manuscritos em preparação, manuscritos submetidos para consideração e teses não publicadas não são referências aceitáveis.
- Os abstratos são considerados observações não publicadas e não são permitidos como referência a não ser que estudos de acompanhamento foram publicados em revistas revisadas por pares.
- A referência de publicações em língua estrangeira devem ser mantidas a um mínimo (não mais que 3). Estas referências são permitidas apenas quando o artigo original foi traduzido para Inglês. O título traduzido deve ser citado e a língua original deve ser mencionada entre parênteses na citação ao final.
- Referências de livros didáticos devem ser mantidas a um mínimo; livros didáticos muitas vezes refletem as opiniões dos seus autores e/ou editores. Quando necessário, as edições mais recentes

dos livros didáticos devem ser utilizadas de preferência. Periódicos baseados em evidência científica são preferidos.

#### Formatação de Referências

- As referências devem ser identificadas no corpo do artigo, com números arábicos sobrescritos. O número da referência deve ser posto após o período no final da frase.
- A lista das referências completa deve ser em espaço duplo e em ordem numérica, deve seguir a seção de conclusões mas começar numa página separada. Apenas as referências citadas no texto devem aparecer na lista das referências.
- Formatação das referências devem acordar com o estilo Vancouver, conforme estabelecido no "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals" (Ann Intern Med 1997;126:36-47).
- As referências devem ser numeradas manualmente.
- Liste até seis autores. Se houver sete ou mais, após o sexto nome, adicione et al.
- Nome do jornal será abreviado de acordo com Cumulative Index Medicus. Uma lista completa de abreviaturas está disponível através do site do PubMed: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>
- Formato para artigos: forneça os sobrenomes e iniciais de todos os autores, o título do artigo, o nome do periódico; e, o ano, volume e números das página de publicação. Não utilize itálico, letras realçadas ou sublinhadas para qualquer parte da referência. Coloque um período após os iniciais do último autor, após o título do artigo, e no final da referência. Coloque um ponto e vírgula após o ano de publicação e uma vírgula após o volume. Números de emissão não são usado em estilo Vancouver.

Exemplo: Jones ER, Smith IM, Doe JQ. Uses of acrylic resin. J Prosthet Dent 1985; 53:120-9.

- Referências dos livros: A edição mais atual deve ser citada. Forneça os nomes e iniciais de todos os autores/editores, o título do livro, a cidade de publicação, a editora, o ano de publicação e os números das página consultadas. Não use itálico, letras realçadas ou sublinhadas para qualquer parte da referência.

Exemplo: Zarb GA, Carlsson GE, Bolender CL. Boucher's prosthodontic treatment for edentulous patients. 11th ed. St. Louis: Mosby; 1997. p. 112-23.

\*Um exemplo numa página de referências pode ser encontrado na página 21.

## IMPORTANTE

As referências não devem ser submetidas em Endnote ou de qualquer outro software bibliográfico. Essa formatação não pode ser editado pela Oficina Editorial ou revisores, e devem ser suprimidos ou removidos do manuscrito antes de sua submissão. As referências nem devem ser numerados automaticamente.

## TABELAS

- As tabelas devem complementar, e não duplicar, o texto.
  - Todas as tabelas devem ser postas no final do manuscrito, após a lista de referências e antes das Legendas. Deve haver apenas uma tabela por página. Omita linhas horizontais e verticais. Omita qualquer sombreado ou cor.
  - Não liste as tabelas em partes (por exemplo, Tables Ia, Ib, etc.) Cada tabela deve ter o seu próprio número. Numerar cada tabela na ordem em que são mencionadas no texto.
  - Forneça uma legenda concisa que descreve o conteúdo da tabela. Crie nomes para cabeçalhos e colunas descritivos. Dentro de colunas, alinhar os dados de tal forma que os pontos decimais estão numa linha reta. Use pontos decimais (períodos), e não vírgulas, para marcar lugares passado o número inteiro (por exemplo, 3.5 em vez de 3,5).
  - Numa linha de baixo da tabela, defina qualquer abreviaturas utilizadas na tabela.
  - Se uma tabela (ou qualquer dado dentro dela) foi publicado anteriormente; dê todo o crédito ao autor original no rodapé. Se necessário, obtenha permissão para reimprimir a tabela do autor
- /editor.
- As tabelas devem ser submetidas em Microsoft Word ou formato compatível. Microsoft Word é preferido. Se uma tabela foi criada em Excel, deve ser importados para um dos formatos referidos acima antes de submissão.

Tipo de Arquivo

Todas as figuras devem ser enviadas arquivadas em Tagged Image File Format (TIFF). As figuras não devem ser submetidos com Microsoft Word, Corel Draw, Harvard Graphics, PowerPoint, ou outros formatos de software de apresentação. Desenhos ou outros trabalhos de arte são melhores submetidos no formato original como EPS (Encapsulated PostScript), Adobe Illustrator, InDesign, etc. Antes de submissão, deve ser guardado como um .TIFF.

#### Especificações do Arquivo da Imagem

Dimensões da figura deve ser ao mínimo de 4 × 6 polegadas (10 X 15 cm).

Todas as figuras devem ser do mesmo tamanho (o mesmo tamanho físico), a não ser que o tipo da imagem proíbe ser do mesmo tamanho das outras figuras dentro do manuscrito, como no caso duma radiografia panorâmica ou radiografias peri-apical, imagens SEM, ou gráficos e capturas de tela. Não marque nos rostos das figuras com letras ou números para indicar a ordem em que as figuras devem aparecer; tais legendas serão postas durante o processo de publicação.

#### Resolução

As fotos devem ser de qualidade profissional e de alta resolução. A seguir estão as orientações de resolução:

- Fotografias em preto-e-branco ou a cores devem ser criados e guardados no mínimo de 300 pontos por polegada (dpi). (Note: Uma imagem de 4X6 polegadas com uma resolução de 300 dpi será

aproximadamente 6 megabytes. Uma figura de menos de 300 dpi não deve ser aumentada artificialmente a 300 dpi, a qualidade e resolução resultante será pobre.

- Desenhos de linhas devem ser criados e guardado em 1200 dpi.
- Um trabalho artístico em combinação (uma ilustração que contem ambas fotografias e desenho de linha) deve ser criado e guardado em 600-1000 dpi.
- Claridade, contraste, e a qualidade deve ser uniforme entre as partes de uma figura multiparte, e entre todas as figuras dentro do manuscrito.
- Figuras compostas (várias imagens combinadas em um único composição) não são aceitáveis. Cada parte da imagem deve ser 4 × 6 polegadas, com 300 dpi.
- O fundo da imagem deve ser uniforme, sem textura, azul médio quando possível.

#### Texto dentro de imagens

Se texto é para aparecer dentro duma figura, versões marcadas e não marcadas devem ser fornecida. O texto que aparece nas versões marcadas devem ser em fonte Ariel e ao mínimo 10 pt em tamanho. O texto deve ser dimensionado para facilitar legibilidade, se a figura é reduzida para produção no Jornal. As letras devem ser em proporção com desenho, gráfico ou fotografia. O tamanho de fonte deve ser consistente entre cada figura, e para todas as figuras. Note que os títulos e subtítulos não devem aparecer no arquivo de figura, mas serão fornecidas no texto manuscrito (ver Legendas de Figuras, abaixo).

Se uma chave para uma ilustração requer obras de arte (linhas de tela, pontos, símbolos especiais), a chave deve ser incorporada no desenho, em vez de ser incluída na legenda. Todos os símbolos devam ser feitos profissionalmente, devem ser visível contra o fundo da imagem, e ser de proporção legível se a ilustração é reduzida para publicação.

Todas as fotografias de imagens de microscópicas devem ter uma barra de medida e unidade de medida na imagem.

#### Figuras em Cor

Ilustrações coloridas podem ser submetidas quando o seu uso aumenta consideravelmente o valor do manuscrito. O editor tem a autoridade final para determinar se as ilustrações coloridas fornecem uma apresentação mais eficaz. Geralmente, um máximo de 8 figuras são aceites para um relatório clínico e artigos de técnica dentária, e 2 figuras são aceites para conselhos para nosso leitores. Mas, o Editor pode aprovar a publicação de figuras adicionais, se elas contribuem significativamente para o manuscrito.

Figuras clínicas devem ser de cor equilibrada. Imagens coloridas devem ser em CMYK (Ciano/Magenta/Amarelo/Preto) formato de cor invés de RGB formato de cor (vermelho/verde/azul).

#### Gráficos

Os gráficos devem ser numerados como figuras e o enchimento nos gráficos de barras deve ser distinto e sólidos; sombreamento e desenhos devem ser evitada. Linhas grossas e sólidas devem ser usadas e em

letras realçadas e sólidas. Fonte Times New Roman é o preferido. Coloque letras num fundo branco e evite o reverso (letras brancas sobre um fundo escuro). Imagens de 1200 dpi devem ser fornecidas, se forem preto e branco.

A Jornal reserva o direito de uniformizar o formato dos gráficos e tabelas.

## Nomeação de Arquivos

Cada figura deve ser numerados de acordo com a sua posição no texto (Figure 1, Figure 2, e assim), usando algarismos arábicos. Os arquivos das imagens electrónicas devem ser nomeados de modo que o número da figura e formato pode ser facilmente identificado. Por exemplo, figura 1 no formato TIFF deve ser nomeado fig1.tif. Figuras com várias componentes devem ser claramente identificáveis pelos nomes de arquivo: Figura 1A, Fig 1B, Fig 1C, etc.

No artigo, referência claramente cada ilustração, incluindo o seu número entre parênteses no final

da frase apropriada antes de fechar pontuação. Por exemplo: " The sutures were removed after 3 weeks (Fig. 4)."

## Legendas de Figuras

As legendas das figuras devem aparecer no texto do manuscrito numa página separada após as Referências e Tabelas e referências devem aparecer sobre o título "Legends". O estilo do Jornal requer que os artigos (a, an, e the) são omitidos nas legendas de figuras e tabelas.

Se uma ilustração é tirada de material já publicado, a legenda deve dar todo o crédito a autor original (consulte Permissões).

Os autores são obrigados a revelar se ilustrações foram modificados em qualquer forma.

### PERMISSÕES

- Todo o material citado deve ser claramente marcado com aspas e uma referência numérica. Se mais de 5 linhas são citados, uma carta de autorização deve ser obtida do autor e editor do material citado.
- Todos os manuscritos são submetidos para um software que identifica semelhanças entre o manuscrito submetidos e trabalhos anteriormente publicados.
- Se as citações são mais do que um parágrafo de comprimento, abra aspas no início de cada parágrafo e fecha aspas perto apenas no último parágrafo.
- Escreva todo o material citado exatamente como aparece na publicação original, sem alterações em ortografia ou pontuação. Indique o material omitido numa citação com reticências (três pontos) para omissão de material dentro de uma frase, 4 pontos para o material omitido após o fim numa frase.

- As fotografias que incluem os olhos dum paciente, o paciente deve assinar um consentimento autorizando o uso de seu/sua foto no Jornal. Se tal permissão não foi obtido, os olhos serão bloqueados com barras pretas na publicação.
- As ilustrações que são reimpressas ou emprestadas de outros artigos ou livros publicados não podem ser utilizados sem a permissão do autor original e editor. O autor do manuscrito deve garantir essa permissão e enviá-la para revisão. Na legenda da ilustração, forneça a citação completa da fonte original entre parênteses.

## INTERESSE COMERCIAL EM EMPRESAS E/OU PRODUTOS

- Autores não podem diretamente ou indiretamente fazer reclame aos equipamentos, instrumentos ou produtos em que eles têm um investimento pessoal.
- Declarações e opiniões expressadas nos manuscritos são as dos autores e não necessariamente aqueles dos editores. Os editores não assumem qualquer responsabilidade por tais materiais. Os editores não garantem ou endossam qualquer produto ou serviço anunciado no jornal; os editores não garantem qualquer alegação feita pelo fabricante sobre esse produto ou serviço.
- Autores devem divulgar qualquer interesse financeiro que eles podem ter nos produtos mencionados no artigo. Esta divulgação deve ser mencionada após a seção das conclusões.

## REGRAS GERAIS E SUGESTÕES

- Autores que sua língua materna não é inglês devem obter a assistência dum especialista em escrita científica e inglês antes de submeter seu manuscrito. Manuscritos que não contem os padrões de linguagem básica serão retornados antes de revisão.
- Jornal não usa linguagem na primeira pessoa (I, we, us, our, etc.). "We conducted the study" pode facilmente alterado para "The study was conducted."
- Evite o uso de termos subjetivos, tais como "extremely", "innovative" etc.
- O Jornal utiliza a vírgula serial, uma vírgula que é posta antecede da conjunção antes do último artigo numa lista de três ou mais: "The tooth was prepared with a diamond rotary instrument, carbide bur, and carbide finishing bur."
- Preferimos a forma não possessiva de epônimos: "The Tukey Test" em invés de "Tukey's Test", "Down Syndrome" em vez de "Down's Syndrome" assim por diante.
- Descreva os procedimentos experimentais, tratamentos, e resultados no tempo passivo. Tudo o resto deve ser escrito numa voz ativa.
- Descreva os dentes pelo seu nome (por exemplo, Maxillary right first molar), não seu número.



- Hífen não são usados para sufixos e prefixos comuns, a não ser que o seu uso é fundamental para compreender a palavra. Alguns prefixos com os quais nós não usamos hífen incluem: pre-, non-, anti-, multi-, auto-, inter-, intra-, peri-.
- Elimina o uso de i.e .ou e.g; eles não são consistentes com o estilo do Jornal.
- É geralmente melhor paráfrase a informação duma publicação em vez de usar citações diretas. Parafrazeando economiza espaço. A exceção é uma citação direta que é invulgarmente pontiagudo e concisa.
- As palavras compridas com abreviaturas padrões (como em TMJ para temporomandibular joint) são usadas frequentemente, use a palavra completa e forneça a abreviatura entre parênteses. Use a abreviatura de lá em frente. Acrônimos comuns devem ser definidos na primeira menção.
- Nós não usamos itálico para palavras estrangeiras como "in vivo", "in vitro"
- Abreviar unidades de medida sem um ponto no texto e nas tabelas (9 mm). Por favor, introduza um espaço não separável entre todos os números e suas unidades (100mm, 25MPa) exceto antes  
% e °C. Nunca deve haver um hífen entre o número e a abreviatura ou símbolo, exceto quando em forma adjetiva (100-mm span).
- Escreva a palavra completa "degree" quando fala sobre anglos. Use o símbolo de grau somente para temperatura.
- Para os resultados estatísticos comuns P,  $\alpha$ ,  $\beta$  omita o zero antes do ponto decimal como não pode ser maior que 1.
- Nomes proprietários funcionam como adjetivos. Substantivo devem ser fornecido após o uso como em Vaseline petroleum jelly. Sempre quando possível, use apenas o termo genérico.

#### ALGUNS ELEMENTOS DO ESTILO DE ESCRITA EFICAZ

- Palavras curtas. Palavras curtas são preferíveis as palavras longas se a mais curta é igualmente precisa.
- Palavras conhecidas. Os leitores querem informações que eles podem compreender facilmente e rapidamente. Palavras simples, familiares fornecem clareza e impacto.
- Palavras específicas, em invés de palavras gerais. Termos específicos identificam o significado e criam “palavras fotos”; termos gerais podem ser difusas e aberta a interpretações variadas.
- Abertura concisa. Mergulhe no seu assunto no primeiro parágrafo do artigo.
- Uso limitada de modificação de palavras e frases. Verifique seus adjetivos, advérbios, e frases posicionais. Se eles não são necessários, removê-los.

- Repetição desnecessária. Uma ideia pode ser repetida para dar ênfase — contanto que a repetição é eficaz.
- Comprimento de frases. Vinte palavras ou menos são recomendado. Frases sem coerência ou cheia de orações subordinadas e outros modificadores são difíceis de ler e podem causar que os leitores percam sua linha de raciocínio. Frases curtas devem, no entanto, ser equilibradas com aquelas pouco maiores para evitar a monotonia.
- Parágrafos. Separar seções longas em parágrafos, mas evite parágrafos de uma única frase.
- Coibição. Escritores que usam palavras extravagantes ou exageram sua proposição ou conclusões desacreditam de si mesmos. Os fatos falam por si.
- Declare claramente as conclusões. Se não sabe algo, diga.