



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ

ESCOLA DE SAÚDE E BIOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM DENTÍSTICA

CHARLES MELO FREIRE

**ADAPTAÇÃO E QUALIDADE DA INTERFACE EM
COROAS DE DISSILICATO DE LÍTIO - INFLUÊNCIA DAS
TÉCNICAS DE CONFECÇÃO E CIMENTAÇÃO**

Curitiba
2015

CHARLES MELO FREIRE

**ADAPTAÇÃO E QUALIDADE DA INTERFACE EM
COROAS DE DISSILICATO DE LÍTIO - INFLUÊNCIA DAS
TÉCNICAS DE CONFECÇÃO E CIMENTAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia, Área de Concentração em Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Rui Fernando Mazur.

Curitiba

2015

Dados da Catalogação na Publicação
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR
Biblioteca Central

Melo Freire, C.A.

M528
2015 Adaptação e qualidade da interface em coroas de dissilicato de lítio :
 influência das técnicas de confecção e cimentação / Charles Melo Freire ;
 orientador, Rui Fernando Mazur. – 2015.
 70 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná,
Curitiba, 2015
Inclui bibliografias
Texto em português e inglês

1. Materiais cerâmicos odontológicos. 2. Dentística. 3. Restaurações
(Odontologia). I. Mazur, Rui Fernando. II. Pontifícia Universidade Católica do
Paraná. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

CDD 20. ed. – 617.6



Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Escola Saúde e Biociências
Programa de Pós-Graduação em Odontologia

PUCPR
GRUPO MARISTA

TERMO DE APROVAÇÃO

CHARLES ANTOINE MELO FREIRE

AVALIAÇÃO DA ADAPTAÇÃO MARGINAL E DA QUALIDADE DA INTERFACE EM CERÂMICAS À BASE DE DISSILICATO DE LÍTIO INJETADA E/OU FRESADA COM DIFERENTES TÉCNICAS DE CIMENTAÇÃO ADESIVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como parte dos requisitos parciais para a obtenção do Título de **Mestre em Odontologia**, Área de Concentração em **Dentística**.

Orientador(a):

Prof. Dr. Rui Fernando Mazur

Programa de Pós-Graduação em Odontologia, PUCPR

Prof. Drª Andrea Freire de Vasconcelos

Programa de Pós-Graduação em Odontologia, PUCPR

Prof. Dr. Sylvio Monteiro Junior

Programa de Pós-Graduação em Odontologia, UFSC

Curitiba, 27 de março de 2015.

Dedico esse trabalho
à minha mãe, Prof^a. Judite Melo,
à minha esposa, Cristianne,
e aos meus filhos:
Renan, Izabella e ao menino Antonio que está chegando esse ano.

À memória de meu pai, Emanuel Freire, que nos deixou precocemente.
À memória de meus avós, Vô Nenê Pereira e Vó Aurinha,
base de minha educação e formação.

Agradecimentos

À minha família, em especial aos meu sogros Dona Mary e Sr. Atos, por todo apoio, compreensão, e carinho.

Minha gratidão e agradecimento especial ao meu querido amigo e primeiro orientador, Prof. Danilo Caldas, por confiar em meu trabalho, compartilhar os seus conhecimentos comigo e dar-me a oportunidade de ingressar na vida acadêmica como docente.

Minha gratidão e agradecimento especial à minha querida amiga Margarida Pagani, que foi fundamental nesse processo, por todo o suporte, aconselhamento e companheirismo.

Especial agradecimento ao meu querido amigo Prof. Edson Medeiros de Araujo Junior, por todas as oportunidades, apoio e companheirismo.

Minha gratidão aos colegas que, além da amizade, dedicaram-se à revisão de meu trabalho através de seus conhecimentos científicos e linguísticos, além das sugestões e apoio moral nos momentos complicados dessa Pós-Graduação: minha amiga, a querida Profa. Margarida Pagani, meu amigo e Coorientador Prof. Gilberto Antônio Borges, importante mentor dessa pesquisa, minha amiga Profa. Janaina Bertoncelo de Almeida e Prof. Danilo Caldas.

Em especial às minhas amigas e colegas de trabalho, as ASBs Danielle Morgan e Sandra Moreno, pelo carinho, suporte e apoio em todos os momentos.

Em especial ao meu amigo e irmãozinho Fábio Piedade Meneghel.

Agradecimento e gratidão especial ao amigo Rafael Silva dos Santos, pelo trabalho, ajuda e suporte em todas as fases dessa pesquisa.

Meus agradecimentos especiais ao Prof. Lourenço Correr Sobrinho, por abrir-me as portas da UNICAMP para que eu realizasse parte de minha pesquisa.

Ao querido Marcos Blanco Cangiani (Marcão), por toda a ajuda e atenção no laboratório de Materiais Dentários da faculdade de Odontologia da UNICAMP.

Ao TPD Marcelo Vieira de Araújo, sua esposa Alessandra e a todos do Laboratório Vieira, em especial aos TPDs Geovana Bruzmolin e Odair Júnior.

Ao TPD Vagner Ferreira e a todos do Laboratório Vagner (São Paulo, SP).

À UFSC, pelo sólido embasamento em minha pós-graduação de Dentística.

Especial agradecimento ao meu amigo Prof. Sylvio Monteiro Junior, uma referência em minha vida acadêmica.

Aos amigos e GOEBfriends, Prof. Carlos Loureiro Neto (Presidente da Acadêmica Brasileira de Odontologia Estética) e Prof. Alysson Konno, pelo carinho, companheirismo e pelas oportunidades.

Aos amigos Profa. Larissa Cavalcante e Prof. Luis Felipe Schneider, pela confiança, pelo carinho e pelas oportunidades.

Aos amigos Prof. Eduardo Miyashita e Prof. Gustavo Gomes de Oliveira, por acreditarem em meu trabalho, pelo compaheirismo e pela oportunidade especial que me foi dada de participar como um dos autores do livro “Odontologia Estética: os desafios da clínica diária”.

Ao Prof. Jorge Perdigão, pelo suporte científico e pela oportunidade de participar, sob sua coordenação, de pesquisa sobre sistemas adesivos.

Agradecimentos – Programa de Pós graduação em Odontologia

Ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da PUC PR, área de concentração em Dentística, na pessoa de seu coordenador Prof. Sergio Vieira.

Agradecimento especial ao orientador Prof. Rui Fernando Mazur, pela disponibilidade e por respeitar e entender o meu método de trabalho.

Agradecimento especial ao Prof. Sergio Aparecido Ignácio, pelo incentivo, disponibilidade, carinho e pelo excepcional trabalho de Estatística.

À Profa. Evelise Machado de Souza, ao Prof. Rodrigo Nunes Rached e todo o corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da PUC PR.

Às secretárias, Sra. Neide, sempre querida e disponível e Sra. Flávia pela colaboração.

À funcionaria da clínica da Pós-Graduação, Sra. Nilce.

Ao Sr. Manolo, meu amigo desde a época de Graduação.

Aos colegas de Pós-Graduação: Adriana Costacurta, Gustavo Oliva, Heloisa Pacheco, Juliana Bazzi, Mariana Wasilewski, em especial à querida Elisa Balbinot (minha dupla de trabalho) e Plinio Precoma, pelo companheirismo, incentivo e apoio.

Muito obrigado,
Charles Antoine M. Freire

SUMÁRIO

ARTIGO EM PORTUGUÊS	1
Página título	1
Resumo	2
Introdução	3
Materiais e Métodos	5
Resultados	13
Discussão	17
Conclusão	19
Referências	20
ARTIGO EM INGLÊS	24
Title page	24
Abstract	25
Introduction	26
Materials and Methods	28
Results	36
Discussion	40
Conclusion	42
References	43
ANEXO	47
Figuras	47
Análise estatística	49
Normas para publicação	67

ARTIGO EM PORTUGUÊS

Página título

Adaptação e qualidade da interface em coroas de dissilicato de lítio - influência das técnicas de confecção e cimentação

Título reduzido:

Influência da confecção e cimentação nas margens da cerâmica de dissilicato

MELO FREIRE, CA¹; MAZUR, RF²

1) C.D., Especialista em Dentística;

Mestre em Odontologia, área de concentração Dentística, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.

2) C.D., Mestre e Doutor em Dentística, Professor Titular do Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.

Endereço para correspondência:

*1) Rua Hermes Fontes, 242, Batel

CEP – 80440-070 – Curitiba – Paraná - Brasil

Email – charles@charlesmelo.com

*2) Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná - Rua Imaculada Conceição, 1155

CEP – 80215-901 – Curitiba – Paraná – Brasil

Fone: +55(41)3271-1637 - FAX: +55(41)3271-1405

Email – ruimazur@gmail.com; rui.mazur@pucpr.br

Resumo

Relevância Clínica: A linha de cimento ampla e a presença de solução de continuidade entre as margens e o cimento podem resultar em desvantagens clínicas.

Objetivo: Avaliar a espessura da linha de cimento e a qualidade da interface em restaurações cerâmicas à base de dissilicato de lítio fresadas ou injetadas e sua influência na adaptação marginal, com diferentes tipos de cimentos e diferentes técnicas de cimentação adesiva. **Materiais e Métodos:** Sessenta e quatro dentes bovinos foram preparados para coroa total ($7,0\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ de altura, $8,0\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ de diâmetro cervical e $4,2\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ de diâmetro incisal) e divididos em dois grupos: tecnologia de automação CAD/CAM, IPS e.max CAD (CAD) e tecnologia de injeção isostática a quente, IPS e.max Press (PRESS). Para a cimentação das coroas foram utilizados os cimentos resinosos RelyX ARC (ARC) e RelyX U200 (U200) com dois métodos de ativação: a auto-ativação inicial e a pré-ativação com luz por 1 segundo (*tack-cure*). Em seguida, os espécimes foram armazenados em água destilada a $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 72 h. A espessura da linha de cimento foi mensurada em μm e a qualidade da interface obteve escores de acordo com as características e aspecto do vedamento. As avaliações foram realizadas com microscópio óptico e imagens em MEV para demonstrar as diferentes características encontradas na linha de cimento. Para a variável espessura da linha de cimento utilizou-se o teste ANOVA a três critérios modelo fatorial completo, seguido pelo teste de comparações múltiplas de Games Howell para variâncias heterogêneas. O nível de significância adotado em todos os testes foi de $\alpha=5\%$. Para a variável qualidade da interface que apresenta escala ordinal, foram utilizados os testes não paramétrico U de Mann-Whitney, Kruskal-Wallis e o teste de comparações múltiplas não paramétricas de Dunn. O nível de significância adotado foi de $\alpha=5\%$. **Resultados:** A Análise de Variância apresentou diferenças estatísticas para métodos de confecção das restaurações cerâmicas e interação significante entre métodos de confecção e tipos de cimentos ($p<0.05$). O U200 apresentou menores valores de espessura da linha de cimento quando comparado ao ARC em ambas as técnicas de cimentação ($p<0.05$). Quanto à qualidade da interface, o teste U de Mann- Whitney e o teste de Kruskal-Wallis demonstraram diferenças estatísticas entre métodos de

confecção das restaurações cerâmicas e técnicas de cimentação. A cerâmica PRESS obteve menores escores do que CAD com o cimento ARC ($p<0.05$).

Conclusão: A espessura da linha de cimento e a qualidade das interfaces apresentaram os melhores resultados quando requisitou-se menor número de etapas clínicas e laboratoriais e também menor intervenção por parte do operador.

Palavras chave: Cerâmica; dissilicato de lítio; cimento resinoso; cimento autoadesivo; fotoativação; adaptação marginal.

Introdução

Restaurações cerâmicas têm como propósito a recuperação estética, estrutural e biomecânica dos elementos dentários. Esses materiais constituem uma das principais alternativas restauradoras indiretas por apresentarem propriedades favoráveis como: estabilidade química, biocompatibilidade, alta resistência à compressão, coeficiente de expansão térmica próximo ao da estrutura dentária e propriedades ópticas semelhantes a dos tecidos dentários, possibilitando resultados estéticos e funcionais adequados.¹⁻⁷

A resistência à fratura e a adaptação marginal estão entre os fatores fundamentais para a longevidade e o sucesso clínico das restaurações indiretas.¹⁻¹² Esses materiais podem ser classificados em três grandes grupos: as siliciosas, à base de alumina e à base de zircônia.^{2,13}

No grupo das siliciosas, as cerâmicas à base de dissilicato de lítio são amplamente utilizadas por possuírem propriedades favoráveis de alta resistência intrínseca e adesão.^{6,7,13,14} São processadas por dois métodos: tecnologia de automação com o sistema *CAD/CAM* ou injeção isostática a quente.

As cerâmicas siliciosas têm em sua composição uma rede de óxido de silício que possibilita o condicionamento por ácido fluorídrico e aplicação de silano como agente de ligação.¹³⁻¹⁵ A superfície interna da restauração condicionada predispõem à interação micromecânica e química com o agente de fixação.¹³⁻¹⁵ Por sua vez, o silano é uma molécula bifuncional com grupos monovalentes hidrolisáveis que permitem a união química primária entre o material inorgânico da cerâmica (SiO_2) com a parte orgânica do material resinoso, em sua dupla ligação entre carbonos.^{13,14}

Cimentos resinosos promovem continuidade adesiva entre o dente e a restauração cerâmica com alto conteúdo de óxido de silício, proporcionando vedamento da interface dente/restauração.^{6,9,14-17} Tais agentes de cimentação podem ser classificados de acordo com a estratégia de adesão utilizada¹⁸, sendo que entre eles, definem-se os cimentos resinosos convencionais, utilizados com sistemas adesivos convencionais; cimentos resinosos auto-condicionantes, associados a sistemas adesivos auto-condicionantes e os cimentos resinosos auto-adesivos.¹⁸ Esse último tipo requer menor número de fases no processo de cimentação, sem a necessidade de tratamento do substrato dentinário, racionalizando o tempo de trabalho, diminuindo a sensibilidade da técnica.^{7,16,19}

Pelo fato das restaurações indiretas apresentarem uma interface entre restauração e estrutura dental, a espessura vertical da linha de cimento torna-se fator determinante para estabelecer características favoráveis de adaptação marginal.⁸⁻¹² Uma faixa ampla de agente de cimentação exposto ao meio bucal pode gerar problemas periodontais, manchamento marginal, entre outros.^{20,21} Para minimizar essas intercorrências, as técnicas de cimentação adesiva devem seguir um protocolo otimizado e racional objetivando alcançar previsibilidade de resultados.^{7,14,19,22} Esse processo sofre influência de fatores como: tipo da cerâmica, tipo do cimento resinoso, preparo e limpeza adequados do substrato dental, manipulação do material, ativação do sistema adesivo/cimento e método de remoção do excesso de cimento das margens.^{14,19,22} Para tanto, são necessários procedimentos que estabelecem o momento e o método de remoção do excesso de cimento para obterem-se características de completo vedamento e qualidade da interface.^{22,23}

Dentro desse contexto, os estudos demonstram que fatores como: o método de confecção da restauração cerâmica, a configuração da linha de término, o espaço requerido para o cimento, o tipo de cimento e sua técnica de cimentação, podem gerar diferentes resultados de adaptação marginal.^{8-12,22-29}

O objetivo desse estudo foi avaliar a espessura da linha de cimento e a qualidade da interface em restaurações cerâmicas à base de dissilicato de lítio fresadas ou injetadas e sua influência na adaptação marginal, com diferentes tipos de cimentos e diferentes técnicas de cimentação adesiva. As hipóteses nulas foram: não há diferença entre os métodos de confecção das restaurações cerâmicas; entre os cimentos e entre as técnicas de cimentação.

Materiais e Métodos

Para a realização deste estudo foram utilizados 64 dentes incisivos inferiores bovinos e armazenados em solução de cloramina T 0,5%. Os dentes foram limpos com auxílio de curetas e com escova de profilaxia com pedra pomes sem flúor (Pasta Prophy Zircate - Dentsply, Milford, EUA).

Uma base foi criada para fixar os dentes, permitindo maior estabilidade das amostras durante a análise em microscopia óptica: retenções mecânicas foram realizadas nas raízes previamente à inclusão em resina acrílica ativada quimicamente (Jet, Clássico Produtos Odontológicos, São Paulo, SP, Brasil) em tubos de PVC (Tigre, Joinville, SC, Brasil). Os dentes foram colocados com os longos eixos paralelos à altura do tubo com a junção amelo-cementária posicionada cerca de 3,0 mm acima da superfície da resina acrílica.

Para a realização dos preparamos protéticos para coroa total, os espécimes foram fixados ao torno mecânico (Nardini – ND 250 BE, São Paulo, SP, Brasil) e foram preparados sob refrigeração constante. As dimensões finais dos preparamos foram de $7,0\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ em altura, $8,0\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ para o diâmetro cervical e $4,2\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ para o diâmetro incisal. Para a realização dos preparamos foram utilizadas pontas diamantadas com formato tronco cônico de extremo arredondado nº 5850-018 (Brasseler, Savanaah, GA, EUA) com 0,8 mm de profundidade na linha de término. A ponta diamantada foi substituída a cada 5 preparamos. Em seguida, os preparamos receberam acabamento com pontas diamantadas com formato tronco cônico de extremo arredondado nº 4137 F e 4137 FF (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil). Todos os ângulos foram arredondados e as margens cervicais foram localizadas $1,0\text{ mm} \pm 0,2\text{ mm}$ acima da junção cemento-esmalte.

Os espécimes foram divididos aleatoriamente em dois grupos de acordo com o método de confecção das restaurações indiretas com cerâmica à base de dissilicato de lítio: por meio da tecnologia de automação guiadas pelo sistema CAD/CAM (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ou tecnologia de injeção isostática a quente (IPS e.max Press, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).

Para a cimentação das coroas cerâmicas, dois tipos de cimentos resinosos foram utilizados: o cimento convencional de ativação dual (RelyX ARC, 3M

ESPE, St Paul, MN, EUA) e o cimento auto adesivo de ativação dual (RelyX U200, 3M ESPE, Seefeld, Alemanha).

Foram executadas duas técnicas para remoção dos excessos de cimento extravasado nas margens da restauração após realizados dois métodos de ativação: ativação química inicial e/ou pré-ativação inicial por 1 segundo (*tack-cure*). Todos os materiais utilizados no estudo estão descritos na tabela 1.

Tabela 1 – Descrição dos materiais utilizados na pesquisa.

Material (Fabricante)	Composição
RelyX ARC (3M ESPE, St Paul, MN, EUA) Lote N527302	BisGMA, TEGDMA, partículas de zircônia/sílica, pigmentos, peróxido de benzoíla, amina e fotoiniciador
RelyX U200 (3M ESPE, Seefeld, Alemanha) Lote 510088	Pasta base: pó de vidro tratado com silano, ácido 2-propenóico, 2-metil, 1,1-[1(hidroximetil)- 1,2-ethanodil] éster, TEG-DMA, sílica tratada com silano, fibra de vidro, persulfato de sódio e per-3,5,5-trimetil-hexanoato t-butila. Pasta catalisadora: pó de vidro tratado com silano, dimetacrilato subtítulo, sílica tratada com silano, p-toluenosulfonato de sódio, 1-benzil-5-fenil-ácido bárico, sais de cálcio, 1,12-dodecano dimetacrilato, hidróxido de cálcio e dióxido de titânio.
Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St Paul, EUA) Lote N520165	Ácido: ácido ortofosfórico, água, álcool vinílico; Primer/adesivo: álcool etílico, BisGMA, sílica coloidal tratada, HEMA, Copolímero de ácido acrílico e ácido itacônico, Glicerol 1,3-dimetacrilato, água, UDMA, Glicerol 1,3-dimetacrilato, EDMAB
RelyX Ceramic primer (3M ESPE, St Paul, EUA) Lote N438638	Álcool etílico, água e silano, metacrilato de 3-trimetoxissililpropilo
IPS e.max CAD e IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)	Bloco de cerâmica e pastilha à base de dissilicato de lítio Componentes: SiO ₂ Conteúdo adicional: Li ₂ O, K ₂ O, MgO, Al ₂ O ₃ , P ₂ O ₅ e outros óxidos.

Lista de abreviaturas químicas: bis-GMA= bisfenol glicidil metacrilato; TEGDMA= trietilenoglicol dimetacrilato; HEMA= 2-hidroxietil metacrilato; UDMA= dimetacrilato uretano; EDMAB= etil-4-(dimetilamino) benzoate.

Preparo das coroas em dissilicato de lítio – sistema CAD/CAM

Trinta e duas coroas cerâmicas foram confeccionadas a partir do escaneamento de cada dente preparado. Os dentes receberam suaves jatos de ar, em seguida foi pulverizada uma camada uniforme e sem excessos de contraste (IPS Contrast Spray Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e então

realizada a leitura óptica dos dentes preparados. As imagens do preparo foram capturadas pelo escâner laboratorial (InEos Blue, Sirona, The Dental Company, Bensheim, Alemanha) e transferidas para o computador, sendo processadas pelo software do sistema (Cerec inLab. SW4 versão do aplicativo 4.0.2.45144, Sirona, The Dental Company, Bensheim, Alemanha), no qual criou-se um modelo virtual tridimensional individualizado de cada um dos trinta e dois dentes. Na sequência, foram delimitadas a margem externa do dente e linha de término do preparo, sendo medida a adaptação em toda a sua extensão.

Cada bloco de cerâmica IPS e.max CAD foi colocado na unidade fresadora (In Lab MC XL – 102591, Sirona, The Dental Company, Bensheim, Alemanha), composta de duas pontas diamantadas sendo uma cilíndrica, com diâmetro de 1,2 mm e a outra tronco cônica. Em seguida, a partir do projeto digital, os blocos foram fresados para a obtenção das coroas. As restaurações foram completamente limpas e todos os resíduos do aditivo de fresagem da unidade CAD/CAM totalmente removidos. Para o processo de cristalização cada coroa foi posicionada sobre pinos para cristalização (IPS e.max CAD Crystallization Pin, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e seu interior preenchido com pasta auxiliar de queima (IPS Object Fix Putty/Flow Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) até a margem da restauração.

Preparo das coroas em Dissilicato de Lítio – SISTEMA PRESS

Os 32 dentes preparados foram moldados com polivinilsiloxano (Express, 3M ESPE, St Paul, MN, EUA) pela técnica de dupla impressão, em moldeiras individuais confeccionadas em PVC (Tigre, Joinville, SC, Brasil). O gesso tipo IV (Fuji Rock, GC America, Aslip, IL) foi utilizado para a confecção dos troquéis. Os dentes foram armazenados em água destilada na temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ até o processo de cimentação. Os troquéis receberam aplicação de uma camada de espaçador (Spacelaquer Ducera Lay, Degussa Huls, Hanau, Alemanha) aproximadamente 1,0 mm acima da linha de término. Os troquéis foram isolados com isolante (Die Lube, Dentaurum J.P. Winkelstroeter KG, Pforzheim, Alemanha) e padrões de cera com 0,7 mm de espessura foram confeccionados sobre os mesmos com auxílio de uma unidade de imersão em cera (Hotty, Renfert, Hilzingen, Alemanha). Em seguida, os padrões de cera foram incluídos em revestimento aglutinado por fosfato próprio do sistema IPS (PressVest Speed,

Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein). Após a presa dos revestimentos, uma sequência de dois estágios aquecimento foi aplicada: uma temperatura aumentada de 58°C/minuto a 250°C e mantida por 30 minutos antes de aumentar para 58°C/minuto a 850°C e mantida por 1 hora. Após o estágio de pré-aquecimento, os cilindros dos revestimentos foram imediatamente transferidos para o forno de prensa EP500 (Ivoclar AG, Schaan, Liechtenstein). As temperaturas foram de 920°C e seguido de pressão, os cilindros de revestimento foram removidos do forno e resfriados por duas horas. As coroas foram removidas do revestimento através de jato de grãos de vidro com 80 µm (Williams Glass Beads, Ivoclar North America, Amherst, NY, EUA). A dimensão final das coroas foi de 7,0 mm ± 0,5 mm de altura, 8,0 mm ± 0,5 mm de diâmetro cervical, com espessura de 2,0 mm, medidas com paquímetro digital (Mitutoyo, Suzano, SP, Brasil).

Cimentação das coroas

Todos os espécimes foram limpos com uma escova de cerdas e pedra pomes sem flúor (Prophy Zircate, Dentisply, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e lavados com jato de água/ar.

Nas cimentações com RelyX ARC, os substratos dos dentes foram tratados com sistema adesivo (Adptter Single Bond 2, 3M ESPE, St. Paul, MN EUA). O ácido fosfórico 35% (Ultra-Etch, Ultradent do Brasil Ltda, Indaiatuba, SP, Brasil) inicialmente foi aplicado por 15 segundos nas margens em esmalte e seguido de mais 15 segundos em dentina, seguido de lavagem jato de ar/água destilada por 1 minuto e o excesso de água removido através de succção com cânula aspiradora e seco suavemente (sem ressecar) por 5 segundos. Em seguida, foram aplicadas 2 camadas do sistema adesivo com aplicação ativa, o excesso do adesivo foi removido com pontas aplicadoras (Cavbrush, FGM, Joinville, SC, Brasil), seguido de evaporação do solvente e de fotoativação com aparelho fotoativador (LED Bluephase, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) por 20 segundos.

Nas cimentações com RelyX U200, após a limpeza dos dentes, foram condicionadas somente as margens em esmalte com ácido fosfórico 35% (Ultra-Etch, Ultradent do Brasil Ltda, Indaiatuba, SP, Brasil) por 15 segundos, seguido de lavagem jato de ar/água destilada por 1 minuto, o excesso de água foi removido através de sucção com cânula e seco suavemente (sem ressecar). Os substratos com preparos do remanescente coronal apresentaram a aparência de superfície da dentina ligeiramente úmida.

A superfície interna das cerâmicas à base de dissilicato de lítio foram condicionadas com ácido hidrofluorídrico 10% (Condac Porcelana, FGM Brasil, Joinville, SC, Brasil) por 20 segundos^{11,30}, seguido de lavagem jato de ar/água destilada por 1 minuto. Na sequência foi aplicado ácido fosfórico 35% por 30 segundos³⁰, seguido de lavagem jato de ar/água destilada por 1 minuto. Em seguida, as coroas foram colocadas em cuba de ultrassom com água destilada por 5 minutos e secas com ar livre de óleo. O agente silano (RelyX Ceramic Primer, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) foi aplicado e a superfície foi seca com jato de ar por 20 segundos após 5 minutos.

Técnica de cimentação com RelyX ARC e RelyX U200 com ativação química inicial

Os cimentos foram manipulados e levados em uma fina camada à superfície interna das coroas e em seguida assentadas. Após 3 minutos da ativação química inicial, foi removido o excesso do cimento resinoso com o auxílio de pontas aplicadoras (Cavbrush, FGM, Joinville, SC, Brasil), e posteriormente com a ação de uma cureta (Scaler H6/H7, BISCO Inc., IL, EUA). Em seguida, a fotopolimerização foi realizada por 40 segundos multiplicando-se por 4 ativações em cada face da coroa, perfazendo um total de 160 segundos com o aparelho fotoativador (LED Bluephase Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), com um programa de cura *soft start*, iniciando com baixa intensidade de luz seguido de seu aumento gradual. A intensidade de luz foi monitorada pelo radiômetro (Bluephase Meter, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein). As coroas foram mantidas em posição sob pressão constante de 454g durante todo o processo de assentamento, durante a remoção do excesso do cimento resinoso e da completa fotoativação.

Técnica de cimentação com RelyX ARC e RelyX U200 tack-cure 1 segundo

Com exceção do processo de ativação química inicial do cimento resinoso, os procedimentos de cimentação foram realizados como descrito anteriormente. Para essa técnica, foi executado o método de fotoativação prévia por 1 segundo para ambos cimentos resinosos com intensidade de 650 mW/cm², em um programa de exposição *low power* nas faces vestibular e lingual , a uma distância de 3,0 mm da ponta ativadora à coroa total, através do aparelho fotoativador (LED Bluephase, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein). Em seguida, a fotopolimerização foi realizada por 40 segundos multiplicando-se por 4 ativações em cada face da coroa, perfazendo um total de 160 segundos com o aparelho fotoativador (LED Bluephase Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), com um programa de cura *soft start*, iniciando com baixa intensidade de luz seguido de seu aumento gradual. A intensidade de luz foi monitorada pelo radiômetro (Bluephase Meter, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).

Análise da adaptação marginal

Para a mensuração da espessura da linha de cimento e análise da qualidade da interface, foram criadas nas superfícies das raízes dos dentes 8 marcas, colocadas de forma simétrica, 2,0 mm abaixo da margem preparada usando uma ponta diamantada esférica n.1011 (KG-Sorensen, São Paulo, SP, Brasil). As áreas demarcadas serviram como referência e entre essas marcações foram executadas 4 medições, perfazendo 32 medições por espécime. A espessura da linha de cimento foi avaliada por meio de mensuração vertical das áreas da linha de cimento entre as margens das coroas e o término do preparo dos dentes. (Fig.1) Para a realização da mensuração das margens, foi utilizado o microscópio óptico (STM, Olympus Optical Co. Ltda., Tóquio, Japão) com magnificação de 30X e as imagens sendo exibidas por unidade de leitura digital para as coordenadas X e Y (MMDC 201, Olympus Optical Co. Ltda., Tóquio, Japão), com valores registrados em µm com precisão de 0,5 µm.

Para a análise da qualidade da interface foram descritos os seguintes valores de escores de acordo com as características da linha de cimento e vedamento: 1= deficiente, onde foram encontradas irregularidades com solução de continuidade; 2= regular, onde existiam pequenas irregularidades mas sem a

presença de solução de continuidade e 3= satisfatório, onde o selamento tinha um padrão coesivo e margem íntegra em toda sua extensão.²⁶

IMAGENS MEV

As imagens em MEV foram realizadas para demonstrar as diferentes características encontradas na linha de cimento, evidenciando os locais de mensuração e a qualidade da interface (Fig.1). Foram utilizadas 16 coroas, 8 coroas de cada grupo e subdivididas por tipo de cimento e método de cimentação. Foi tomada uma impressão dos dentes preparados com polivinilsiloxano (Express, 3M ESPE, St Paul, MN, EUA) pela técnica de dupla impressão, em moldeiras individuais confeccionadas em PVC (Tigre, Joinville, SC, Brasil) e criada uma réplica com um material à base de resina epóxica (EpoxiCure 2 Resin, Buehler An ITW Company, Lake Bluff, IL, EUA). Os modelos de resina epóxica utilizados para avaliação das margens da restauração foram metalizados com ouro (Balzers-SCD050, Oerlikon Balzers, Balzers, Liechtenstein) durante 180 segundos a 40 mA. Foram obtidas imagens em microscópio eletrônico de varredura MEV (LEO 435 VP, LEO, Cambridge, Inglaterra) a 20 kV, com magnificações de 50 a 200 vezes.

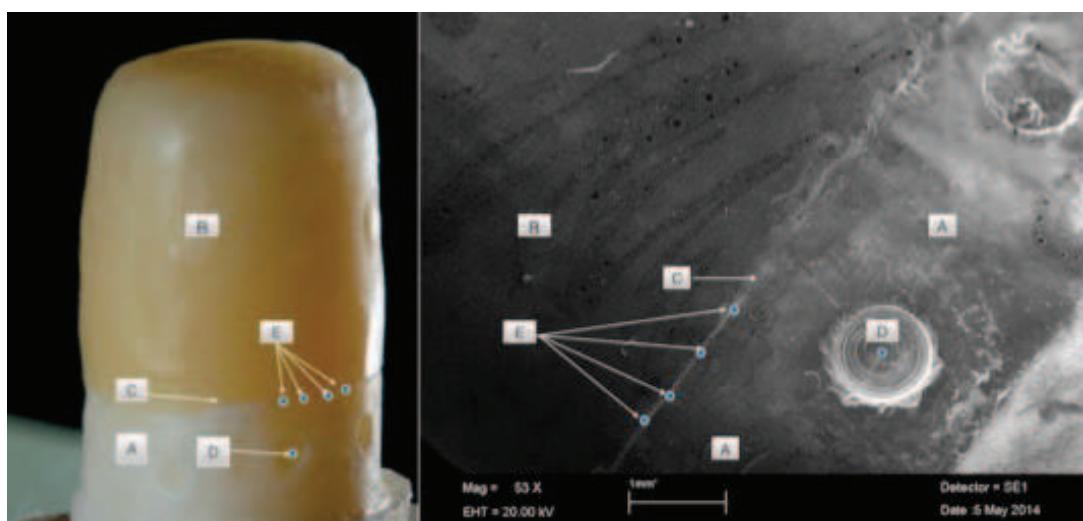


Fig.1 Amostra e imagem MEV, (A) estrutura dentária, (B) cerâmica, (C) interface dente/restauração, (D) marcações como guia, (E) locais para mensuração

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para avaliar se existia diferença nos valores médios da variável espessura da linha de cimento segundo as técnicas de confecção das restaurações cerâmicas (CAD e PRESS), cimentos (RelyX ARC e RelyX U200) e técnicas de cimentação (auto-ativação inicial e a pré-ativação com luz por 1 segundo), utilizou-se o teste ANOVA a três critérios modelo fatorial completo. Quando ANOVA indicou diferença estatisticamente significante nos valores médios da variável dependente espessura da linha de cimento segundo a combinação dos fatores analisados (técnica de confecção, cimentos e técnicas de cimentação), foi realizado o teste post hoc de comparações múltiplas entre os diferentes níveis dos fatores utilizando o teste de Games Howell para variâncias heterogêneas, uma vez que o teste de Levene acusou variâncias heterogêneas entre os fatores analisados. O nível de significância adotado em todos os testes foi de $\alpha=5\%$. Para a variável qualidade da interface que apresenta escala ordinal, foi utilizado o teste não paramétrico U de Mann-Whitney quando a análise envolveu cada fator isoladamente. Para a interação dois a dois envolvendo 4 tratamentos e dos três fatores simultaneamente, envolvendo 8 tratamentos, utilizou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Quando o teste de Kruskal-Wallis indicou diferença entre os escores médios de pelo menos 2 tratamentos, a comparação entre eles foi feita utilizando o teste de comparações múltiplas não paramétricas de Dunn. O nível de significância adotado foi de $\alpha=5\%$. A análise estatística foi realizada através do software (IBM SPSS Statistics 22.0, IBM Corp., Armonk, NY, EUA).

Resultados

Espessura da linha de cimento

O teste Análise de Variância a três critérios apresentou diferenças estatísticas para o método de confecção da restauração cerâmica e interação significante entre os fatores método de confecção e tipo de cimentos ($p<0,05$).

O teste de Games-Howell demonstrou diferenças estatísticas para o CAD em relação ao cimento resinoso ($p<0,05$). O cimento resinoso U200 apresentou menores valores de espessura de cimentação quando comparado ao cimento resinoso ARC para a técnica CAD ($p<0,05$). Quando comparado, o cimento U200

para os dois métodos de confecção CAD e PRESS, apresentou diferenças estatísticas ($p<0,05$). Os menores valores de adaptação marginal foram obtidos para a técnica CAD. Os valores médios estão dispostos na tabela 2.

Tabela 2– Média e desvio padrão de espessura da linha de cimento em μm em relação à confecção das restaurações cerâmicas, tipos de cimentos e técnicas de cimentação.

Métodos de confecção	ARC auto-ativ.	U 200 auto-ativ.	ARC 1s	U 200 1s
CAD	62,09±28,79Aa	52,07±27,97Bb	61,17±30,42Aa	52,41±29,66Bb
PRESS	70,65±71,47Aa	77,19±78,29Aa	62,16±51,79Aa	69,36±74,49Aa

Letras diferentes maiúsculas em linha e letras diferentes minúsculas em coluna apresentam diferenças estatísticas ($p<0,05$)

Qualidade da interface

O teste de Kruskal-Wallis e comparações múltiplas não paramétricas de Dunn apresentaram diferenças estatísticas para as técnicas de cimentação quando comparados os métodos de confecção das restaurações cerâmicas, nos quais os valores para PRESS apresentaram menores escores ($p<0,05$). Os escores obtidos para a qualidade de cimentação na técnica PRESS utilizando a pré-ativação de 1 segundo, apresentaram diferenças estatísticas ($p<0,05$), mostrando os maiores escores tanto para o cimento ARC como para o U200 em relação à cimentação convencional (ativação química inicial). Os valores médios estão dispostos na tabela 3.

Tabela 3- Médias e desvio padrão de qualidade da interface para diferentes métodos de confecção das restaurações cerâmicas, tipos de cimentos e técnicas de cimentação.

Métodos de confecção	Técnicas de cimentação e Método de Ativação			
	ARC auto-ativ.	U200 auto-ativ	ARC - 1s	U200 – 1s
CAD	2,98±0,13Aa	2,98±0,13Aa	2,93±0,31Aa	2,96±0,19Aa
PRESS	2,82±0,43Bb	2,90±0,30Ab	2,94±0,26Aa	2,90±0,36Aa

Letras diferentes maiúsculas em linha e letras diferentes minúsculas em coluna apresentam diferenças estatísticas ($p<0,05$)

MEV

Imagens ilustrativas em MEV evidenciando os locais de mensuração e a qualidade da interface

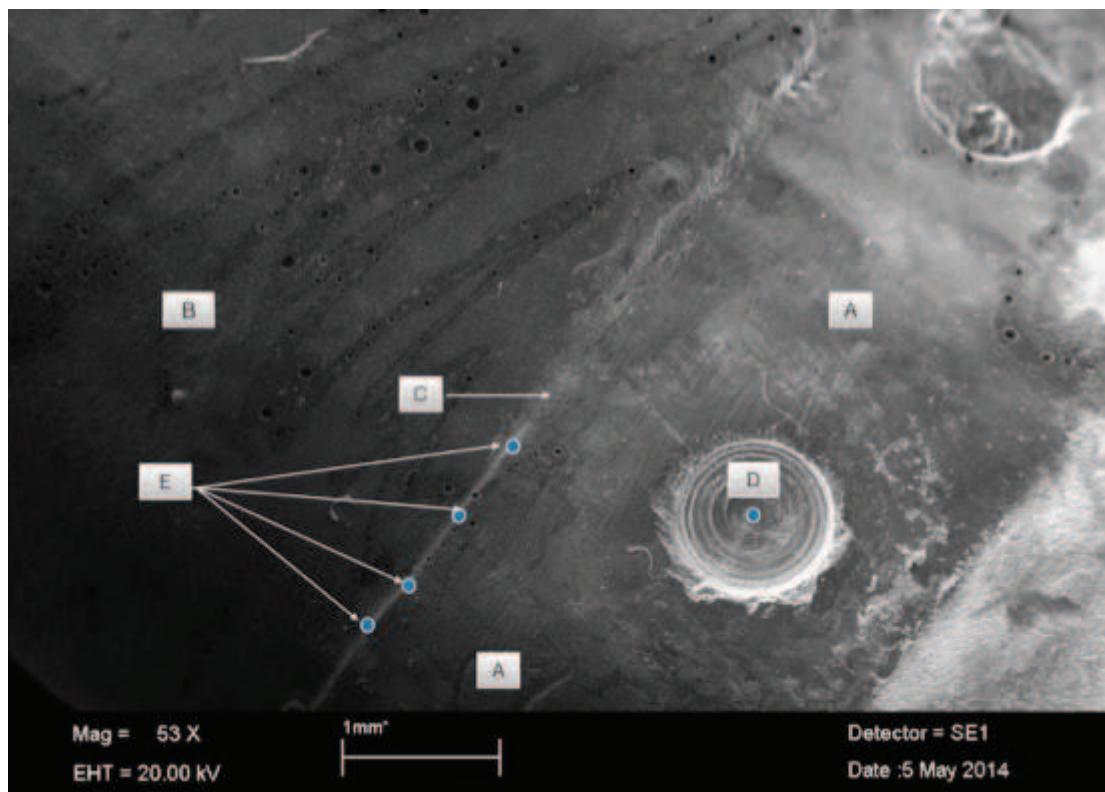


Fig.2 Imagem ilustrativa relacionada à qualidade da interface e locais de mensuração.
(A) estrutura dentária, (B) cerâmica, (C) interface dente/restauração, (D) marcações como guia, (E) locais para mensuração.

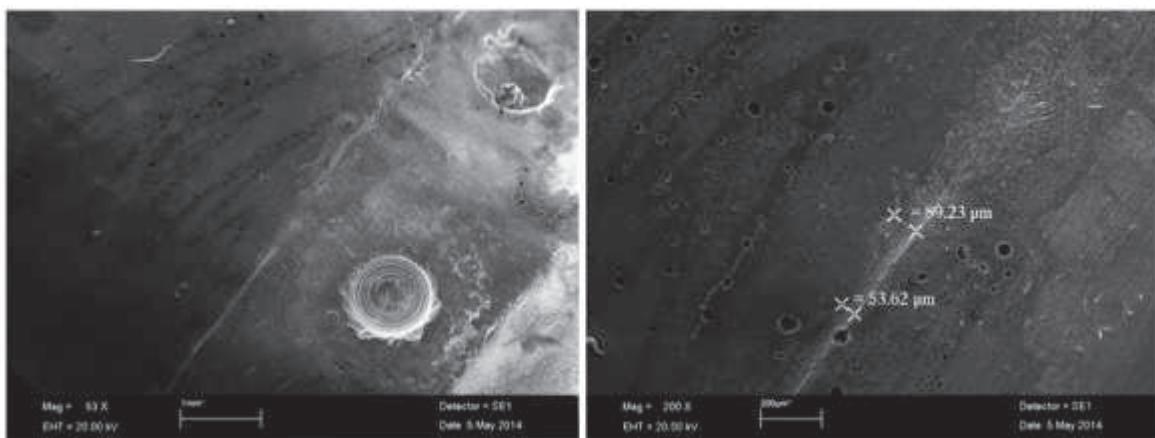


Fig.3 Imagem ilustrativa relacionada à qualidade da interface, escore 3= satisfatório, onde o selamento tem um padrão de coesão e margem íntegra em toda sua extensão.

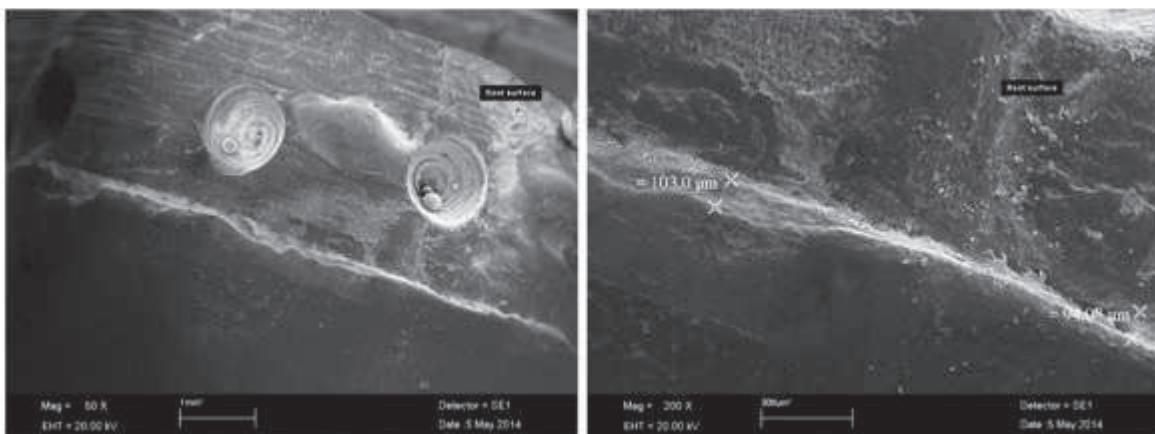


Fig.4 Imagem ilustrativa relacionada à qualidade da interface, escore 2= regular, onde existem pequenas irregularidades mas sem presença de solução de continuidade.

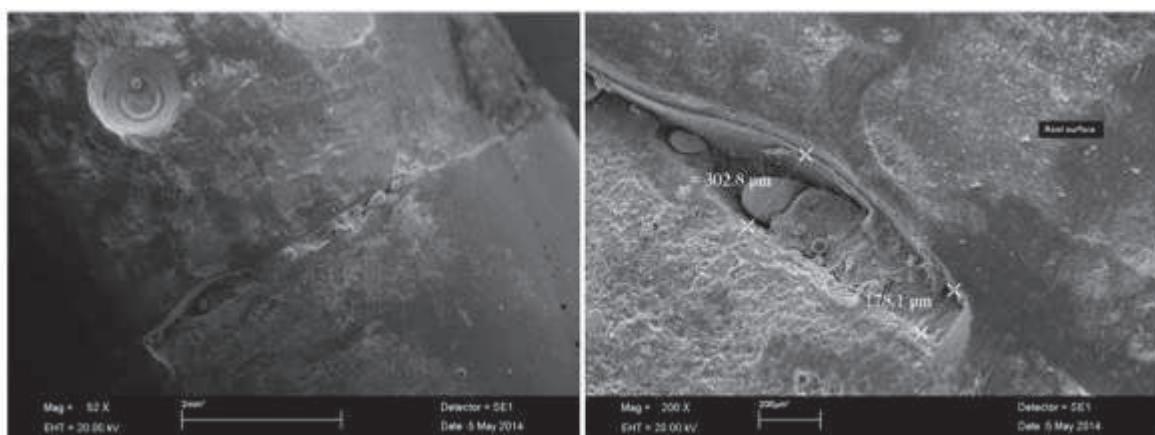


Fig.5 Imagem ilustrativa relacionada à qualidade da interface, escore 1= deficiente, onde existem presença de irregularidades com solução de continuidade.

Discussão

A interface das restaurações indiretas pode ser considerada aceitável quando apresenta valores de espessura da linha de cimento aproximados de 120 µm e a qualidade da interface estiver com aspecto uniforme e sem a presença de fendas ou irregularidades.^{5,9,23,31,32} De acordo com esses requisitos, os elementos avaliados neste estudo apresentaram limites clinicamente aceitáveis.

As hipóteses nulas apresentadas foram rejeitadas para a técnica de confecção das cerâmicas e para os tipos de cimentos, pois houve diferença significante na adaptação marginal.

A mensuração da espessura vertical da linha de cimento apresentou melhor ajuste de adaptação para as coroas CAD em relação às coroas PRESS. Esses resultados corroboram com Jonathan *et al.*⁸ que comparou os dois métodos de confecção apontando as dificuldades para PRESS. As cerâmicas CAD necessitam menor número de passos laboratoriais, permitindo maior controle das etapas de trabalho.^{8,9} Em contrapartida, as cerâmicas PRESS podem sofrer maior influência de fatores interdependentes, tais como: os tipos de materiais de impressão, a técnica de moldagem, a variação de temperatura no transporte dos materiais até o laboratório, a obtenção do modelo de gesso, as etapas laboratoriais para confecção da peça e a ação do operador.^{8,9,19}

Na avaliação dos cimentos, o U200 apresentou menores valores de espessura da linha de cimento quando comparado ao ARC, para as coroas executadas em CAD. Este fato pode ter relação com as etapas de adesão e fotoativação, onde a ativação do adesivo no substrato dental, conforme instruções do fabricante, foi realizada previamente ao assentamento das restaurações indiretas, o que pode ter causado um aumento na espessura da linha de cimento.⁷⁻⁹ Adicionalmente, deve-se considerar a dificuldade de se limitar a espessura da camada adesivo/cimento, pois essa condição pode acelerar o mecanismo de fadiga e causar falhas precoces.^{7,9} Esses resultados corroboram com o estudo de Borges *et al.*¹¹ que comparou a influência de diferentes tipos de cimentos na discrepância marginal em sistemas de cerâmicas puras. Clinicamente devem ser observados aspectos como a viscosidade do cimento e seu correto protocolo de manipulação.^{9,14,17,27}

A discrepância marginal dos dois métodos de cimentação avaliados nesse

estudo não foi afetada pela ativação química inicial, nem pela *tack-cure* 1s, conforme demonstração da tabela 3.

Sugere-se que o método de pré-ativação *tack-cure* 1segundo e a remoção de seu excesso com auxílio de *brush* e *scaler*, pode proporcionar um procedimento mais rápido e eficaz, condição clinicamente relevante. Recomenda-se atenção para o tempo de ativação de apenas 1 segundo, pois um tempo maior de 3 a 5 segundos, poderia produzir áreas de cimento resinoso rígido superficialmente e ainda fluído em uma região mais profunda, o que poderia ocasionar desajustes e deslocamento de áreas de cimento fluido e ainda não ativado. Esse tipo de pré-ativação não afeta as características intrínsecas do cimento resinoso, segundo Flury *et al.*³³, as propriedades físicas dos cimentos não sofrem alteração quando se realiza ativação por 5 segundos, seguida da remoção do excesso de cimento e concluindo-se a ativação final.^{22,33} Em outro estudo sobre técnicas de remoção do excesso de cimento, Anami *et al.*²² avaliaram que a morfologia da margem da restauração e a rugosidade da interface afetam o acúmulo de biofilme bacteriano, e obtiveram resultados favoráveis utilizando *brush* na remoção do excesso de cimento resinoso extravasado. Esse método previne a colonização bacteriana na interface adesiva quando comparado a outros métodos de remoção.²² Outros aspectos importantes foram expostos por Conrad *et al.*⁵, pois a exposição de uma ampla faixa do agente cimentante à ação dos fluídos bucais e ao desgaste mecânico pode propiciar a dissolução ou modificação do aspecto de superfície da interface adesiva, além de permitir a formação de nichos que promovem o acúmulo de placa bacteriana, manchamento marginal, problemas periodontais e falhas da restauração.^{5,20-22} Deve-se também considerar aspectos relevantes: as características finais do preparo protético como, conicidade das inclinações axiais, convergência das paredes, superfícies lisas, transições e ângulos arredondados, pois promovem o adequado eixo de inserção longitudinal da restauração, evitando a formação de pressão hidráulica, favorecendo um melhor escoamento do cimento e adequado assentamento da peça.^{14,17,20,24,25} Alguns estudos reportam que essas características encontradas nos preparamos, associadas à cimentação adesiva, aumentam a resistência à fratura (dente/restauração) ao proporcionarem distribuição mais uniforme das forças e

menor concentração de tensões.^{2,7,9,17,18,33-35} Adicionalmente, a existência de fenda na linha de cimentação pode gerar concentração de tensão, o que reduz a resistência final da restauração.^{1,3,5,9,17}

A tack-cure 1 segundo e o uso de *brush* para remover o excesso de cimento das margens pode ser um método interessante, devendo ser seguido de um cuidadoso protocolo de irradiação de luz para obterem-se as propriedades ótimas da adesão e do cimento resinoso.^{17,22,33-35} Desta forma, propõem-se que esse método seja mais pesquisado, pois os cimentos resinosos podem apresentar diferentes comportamentos de suas propriedades físico-químicas.

Os aspectos de inter-relação dos critérios avaliados sugerem melhor durabilidade e longevidade das interfaces adesivas, sendo esses fatores limitados à estabilidade e às características de cada elemento envolvido.^{4,5,7,9,17,19,22,31,32,}

Conclusão

Dentro das limitações desse estudo, conclui-se que os critérios avaliados apresentaram melhores resultados para a técnica e o material que necessitam menor número de etapas clínicas e laboratoriais e menor grau de intervenção por parte do operador. Constatou-se que a melhor qualidade da interface está relacionada à menor espessura da linha de cimento.

Agradecimentos

Esta pesquisa foi apoiada pela UNICAMP, Piracicaba, SP, Brasil; Laboratório Vieira, Curitiba, PR, Brasil; e Laboratório Vagner, São Paulo, SP, Brasil.

Conflito de interesses

Os autores não tem nenhum interesse financeiro ou pessoal em relação às empresas apresentadas neste artigo.

Referências

1. Carvalho AO, Bruzi G, Giannini M & Magne P (2014) Fatigue resistance of CAD/CAM complete crowns with a simplified cementation process *Journal of Prosthetic Dentistry* **111(4)** 310–317.
2. Li RWK, Chow TW & Matinlinna JP (2014) Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: state of the art *Journal of Prosthodontic Research* **58(4)** 208-216.
3. Mitchell CA & Orr JF (2005) Engineering properties and performance of dental crowns *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, part h: Journal of Engineering in Medicine* **219(4)** 245-255.
4. DellaBona A & Kelly RJ (2008) The clinical success of all-ceramic restorations *Journal of the American Dental Association* **139(9)** 8-13.
5. Conrad HJ, Seong W-J & Pessun IJ (2007) Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review *Journal of Prosthetic Dentistry* **98(5)** 389-404.
6. Gehrt M, Wolfart S, Rafai N, Reich S & Edelhoff D (2013) Clinical results of lithium-disilicate crowns after up to 9 years of service *Clinical Oral Investigations* **17(1)** 275–284.
7. Thompson VP & Rekow DE (2004) Dental ceramics and the molar crown testing ground *Journal of Applied Oral Science* **12(Special Issue)** 26-36.
8. Ng J, Ruse D & Wyatt C (2014) A comparison of the marginal fit of crowns fabricated with digital and conventional methods *Journal of Prosthetic Dentistry* **112(3)** 555-560.
9. Contreipois M, Soenen A, Bartala M & Laviole O (2013) Marginal adaptation of ceramic crowns: a systematic review *Journal of Prosthetic Dentistry* **110(6)** 447-454.
10. Colpani JT, Borba M & Della Bona A (2013) Evaluation of marginal and internal fit of ceramic crown copings *Dental Materials* **29(2)** 174–180.
11. Borges GA, Faria JS, P Agarwal, Spohr AM, Correr-Sobrinho L & Miranzi BAS (2012) In vitro marginal fit of three all-Ceramic crown systems before and after cementation *Operative Dentistry* **37(6)** 641-649.

12. Reich S, Gozdowski S, Trentzsch L, Frankenberger R & Lohbauer U (2008) Marginal fit of heat-pressed vs. CAD/CAM processed all-ceramic onlays using a milling unit prototype *Operative Dentistry* **33(6)** 644-650.
13. Janda R, Roulet JF, Wulf M & Tiller HJ (2003) A new adhesive technology for all-ceramics *Dental Materials* **19(6)** 567-573.
14. Pegoraro TA, da Silva NRFA & Carvalho RM (2007) Cements for use in esthetic dentistry *Dental Clinics of North America* **51(2)** 453–471.
15. Holderegger C, Sailer I, Schuhmacher C, Schläpfer R, Hämmeler C, & Fischer J (2008) Shear bond strength of resin cements to human dentin *Dental Materials* **24(7)** 944-950.
16. Kumbuloglu O, Lassila LVJ, User A, Toksavul S & Vallittu PK (2005) Shear bond strength of composite resin cements to lithium disilicate ceramics. *Journal of Oral Rehabilitation* **32(2)** 128–133.
17. Edelhoff D & Ozcan M (2007) To what extent does the longevity of fixed dental prostheses depend on the function of the cement? Working group 4 materials: Cementation *Clinical Oral Implants Research* **18(3)** 193-204.
18. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR & Ferrari M (2008) Self-adhesive resin cements: a literature review *Journal Adhesive Dentistry* **10(4)** 251-258.
19. Frankenberger R, Reinelt C, Petschelt A, Krämer N (2009) Operator vs. material influence on clinical outcome of bonded ceramic inlays *Dental Materials* **25(8)** 960–968.
20. Sheets CG (1999) The periodontal-restorative interface: enhancement through magnification *Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry* **11(8)** 925-931.
21. Lu H & Powers JM (2004) Color stability of resin cements after accelerated aging *American Journal of Dentistry* **17(5)** 354-358
22. Anami LC, Pereira CA, Guerra E, Assunção e Souza RO, Jorge AO & Bottino MA (2012) Morphology and bacterial colonisation of tooth/ceramic restoration interface after different cement excess removal techniques *Journal of Dentistry* **40(9)** 742-749
23. Frankenberger R, Lohbauer U, Schaible RB, Nikolaenko A & Naumann M (2008) Luting of ceramic inlays in vitro: marginal quality of self-etch and etch-and-rinse adhesives versus self-etch cements *Dental Materials* **24(2)** 185-191.

24. Hmaidouch R, Neumann P & Mueller WD (2011) Influence of preparation form, luting space setting and cement type on the marginal and internal fit of CAD/CAM crown copings *International Journal Computerized Dentistry* **14(3)** 219-226.
25. Federlin M, Schmidt S, Hiller KA, Thonemann B & Schmalz G (2004) Partial ceramic crowns: influence of preparation design and luting material on internal adaptation *Operative Dentistry* **29(5)** 560-70.
26. Edelhoff D & Sorensen JA (2002) Tooth structure removal associated with various preparation designs for anterior teeth *Journal of Prosthetic Dentistry* **87(5)** 503-509.
27. Behr M, Rosentritt T, Regnet R & Lang GH (2004) Marginal adaptation in dentin of a self-adhesive universal resin cement compared with well-tried systems *Dental Materials* **20(2)** 191–197.
28. Behr M, Hansmann M, Rosentritt M & Handel G (2009) Marginal adaptation of three self-adhesive resin cements vs. a well-tried adhesive luting agent *Clinical Oral Investigations* **13(4)** 459-464.
29. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K, Poitevin A, Lambrechts P & Van Meerbeek B (2010) Two-year clinical evaluation of a self-adhesive luting agent for ceramic inlays *Journal of Adhesive Dentistry* **12(2)** 151-161.
30. Belli R, Guimarães JC, Filho AM, Vieira LC (2010) Post-etching cleaning and resin/ceramic bonding: microtensile bond strength and EDX analysis *Journal of Adhesive Dentistry* **12(4)** 295-303.
31. McLean JW, von Fraunhofer JA (1971) The estimation of cement film thickness by an in vivo technique *British Dental Journal* **131(3)** 107-111.
32. Holmes JR, Bayne SC, Holland GA & Sulik WD (1989) Considerations in measurement of marginal fit *Journal of Prosthetic Dentistry* **62(4)** 405-408.
33. Flury S, Peutzfeldt A & Lussi A (2011) The effect of polymerization procedure on Vickers hardness of dual-curing resin cements *Journal of the American Dental Association* **24(4)** 226-232.
34. Cekic-Nagas I & Ergun G (2011) Effect of different light curing methods on mechanical and physical properties of resin-cements polymerized through ceramic discs *Journal of Applied Oral Science* **19(4)** 403–412.

35. Braga RR, Ferracane JL, Condon JR (2002) Polymerization contraction stress in dual-cure cements and its effect on interfacial integrity of bonded inlays
Journal of Dentistry **30(7-8)** 333-340.

ARTIGO EM INGLÊS

Title page

Marginal adaptation and quality of interfaces in lithium disilicate crowns – influence of manufacturing and cementation techniques

Short title: Influence of manufacturing and cementation on margins of disilicate ceramic

MELO FREIRE, CA¹; MAZUR, RF²

1) C.D., Especialista em Dentística;

Mestre em Odontologia, área de concentração em Dentística, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.

2) C.D., Mestre e Doutor em Dentística, Professor Titular do Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.

Endereço para correspondência:

*1) Rua Hermes Fontes, 242, Batel

CEP 80440-070 - Curitiba – Paraná - Brasil

Email – charles@charlesmelo.com

*2) Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná - Rua Imaculada Conceição, 1155

CEP 80215-901 - Curitiba – Paraná – Brasil

Fone: +55(41)3271-1637 - FAX: +55(41)3271-1405

Email – ruimazur@gmail.com; rui.mazur@pucpr.br

Abstract

Clinical Relevance: Wide cement line and presence of discontinuity between the margins and the cement may result in clinical disadvantages.

Abstract

Purpose: Evaluate the cement line thickness and the interface quality in milled or injected lithium disilicate ceramic restorations and their influence on marginal adaptation using different cement types and different adhesive cementation techniques. **Materials and Methods:** Sixty-four bovine teeth were prepared for full crown (7.0 ± 0.5 mm in height, 8.0 mm in cervical diameter, and 4.2 mm in incisal diameter) and were divided into two groups: CAD/CAM automation technology, IPS e.max CAD (CAD), and isostatic injection by heat technology, IPS e.max Press (PRESS). RelyX ARC (ARC) and RelyX U200 resin cements were used as luting agents in two activation methods: initial self-activation and light pre-activation for 1 second (tack-cure). Next, the specimens were stored in distilled water at $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ for 72h. The cement line thickness was measured in μm and the interface quality received scores according to the characteristics and sealing aspects. The evaluations were performed with optical microscope and scanning electron microscope (SEM) images were presented to demonstrate the various features found in the cement line. For the variable cement line thickness it was used the ANOVA test three criteria complete factorial model, followed by the multiple comparisons Games Howell test for heterogeneous variances. The significance level for all tests was set at $\alpha = 5\%$. For the variable interface quality that displays ordinal scale, were used the nonparametric U Mann-Whitney test, Kruskal-Wallis test and multiple comparisons nonparametric Dunn test. The significance level was set at $\alpha = 5\%$. **Results:** The Analysis of Variance presented statistical differences among the ceramic restorations manufacturing methods, as well as a significant interaction between the manufacturing methods and types of cement ($p<0.05$). The U200 presented lower cement line thickness values when compared to the ARC in both cementation techniques ($p<0.05$). As regards the interface quality, the U Mann-Whitney and the Kruskal-Wallis tests demonstrated statistical differences between the ceramic restorations manufacturing methods and cementation techniques.

The PRESS ceramics obtained lower scores than did the CAD ceramics when using ARC cement ($p<0.05$). **Conclusion:** The cement line thickness and the interface quality presented the best results when a smaller number of clinical and laboratory stages were required, as well as less intervention on the part of the operator.

Key words: Ceramic; lithium disilicate; resin cement; self-adhesive cement; photoactivation; marginal adaptation.

Introduction

Ceramics restorations are aimed at the aesthetic, structural, and biomechanical recovery of dental elements. These materials constitute one of the main indirect alternative restorations, as they present favorable properties, such as chemical stability, biocompatibility, high resistance to compression, thermal expansion coefficient near the dental structure, and optical properties that are similar to the dental tissues, making adequate aesthetic and functional results possible.¹⁻⁷

Resistance to fracture and marginal adaptation are among the key factors necessary for longevity and clinical success in indirect restorations.¹⁻¹² These materials can be classified in three groups: the siliceous, the aluminum-based, and the zirconia-based.^{2,13}

In the siliceous group, lithium disilicate ceramics are widely used, as they contain favorable properties of high intrinsic resistance and adherence.^{6,7,13,14} These are processed by two methods: automation technology using the CAD/CAM system or isostatic injection by heat technology.

The composition of siliceous ceramics contains a silicon dioxide network that makes conditioning possible by means of hydrofluoric acid and the application of silane as a binding agent.¹³⁻¹⁵ The internal surface of the conditioned restoration is predisposed to the micromechanical and chemical interaction with the fixation agent.¹³⁻¹⁵ In turn, silane is a bifunctional molecule with hydrolysable monovalents that allow for primary chemical bonding between the inorganic materials of the ceramic (SiO_2) and the organic portion of the resin material within its double binding between carbons.^{13,14}

Resin cements promote adhesive continuity between the tooth and the ceramic restoration, using a high content of silicon dioxide, promoting the sealing of the tooth/restoration interface.^{6,9,14-17} Such cementing agents can be classified according to the applied adhesion strategy¹⁸, which include the conventional resin cements, used with etch-and-rinse adhesive systems; self-conditioning resin cements, associated with self-etch adhesive systems; and self-adhesive resin cements.¹⁸ This last type requires fewer steps in the cementation process, and forgoes the need to treat the dentinal substrate separately, thus reducing the work time and diminishing the sensitivity of the technique.^{7,16,19}

Since the indirect restorations present an interface between the restoration and the dental structure, the vertical thickness of the cement line becomes a determining factor in establishing favorable characteristics of marginal adaptation.⁸⁻¹² A wide line of a cementing agent exposed to the oral environment may result in periodontal problems and marginal staining, among others.^{20,21} To minimize these complications, the adhesive cementation techniques must follow an optimized and rational protocol that seeks to achieve predictable results.^{7,14,19,22} This process is influenced by such factors as the type of ceramic, the type of resin cement, the preparation, and the appropriate cleaning of the dental substrate, the handling of the material, the activation of the adhesive/cement system, and the method used to remove the excess cement from the margins.^{14,19,22} For this, procedures that establish the moment and method of removing the excess cement are necessary in order to obtain the characteristics of complete sealing and quality of interface.^{22,23}

Within this context, studies show that factors such as the ceramic restoration manufacturing method, the configuration of the terminal line, the space required for the cement, the type of cement, and the cementation technique used can all lead to different results of marginal adaptation.^{8-12,22-29}

The present study aims to evaluate the cement line thickness and the interface quality in milled or injected lithium disilicate ceramic restorations and their influence on marginal adaptation using different cement types and different adhesive cementation techniques. The null hypotheses included the following: no differences would be detected between the manufacturing methods for ceramic restorations, between the cements themselves, nor between the cementation techniques.

Materials and Methods

The present study used 64 lower bovine incisors, which were stored in a 5% chloramine-T solution. The teeth were cleaned using curettes and a prophylaxis brush with pumice and without fluoride (Pasta Prophy Zircate - Dentsply, Milford, USA).

One base structure was created to fix the teeth, allowing for greater stability of the structures during optical microscopic analysis: mechanical retentions were performed in the roots prior to the inclusion of chemically activated acrylic resin (Jet, Clássico Dental Products, São Paulo, SP, Brazil) in PVC tubes (Tigre, Joinville, SC, Brazil). The teeth were placed with the long axis parallel to the height of the tube, with the cementoenamel junction positioned approximately 3 mm above the acrylic resin surface.

For the prosthetic preparation of the full crown, the specimens were attached to the lathe (Nardini – ND 250 BE, São Paulo, SP, Brazil) and were prepared under constant water cooling. The final dimensions of the preparations were $7.0\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$ in height, $8.0\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$ in cervical diameter, and $4.2\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$ in incisal diameter. For the preparations, this study used conic rounded extremity diamond bur, number 5850-018 (Brasseler, Savannah, GA, USA) with 0.8 mm in depth at the end line. The diamond bur was replaced in every fifth preparation. Next, the preparations were finished using conic rounded extremity diamond burs, numbers 4137 F and 4137 FF (KG Sorensen, Cotia, SP, Brazil). All angles were rounded and the cervical margins were located $1.0 \pm 0.2\text{ mm}$ above the cementoenamel junction.

The specimens were divided randomly into two groups according to the manufacturing technique of indirect restorations made of lithium disilicate ceramics, which was performed by means of the automation technique guided by the CAD/CAM system (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) and/or isostatic injection by heat technology (IPS e.max Press, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).

Two types of resin cements were used to cement the ceramic crowns: dual-activation conventional cement (RelyX ARC, 3M ESPE, St Paul, MN, USA) and dual-activation self-adhesive cement (RelyX U200, 3M ESPE, Seefeld, Germany).

Two techniques were executed to remove the excess cement that had leaked in the margins of the restoration after performing two activation methods: initial chemical activation and/or initial pre-activation for 1 second (tack-cure). All of the materials used in this study are described in Table 1.

Table 1 – Description of the materials used in this research.

Material (manufacturer)	Composition
RelyX ARC (3M ESPE, St Paul, MN, USA) Lot N527302	BisGMA, TEGDMA, particles of zirconia / silica, pigments, benzoyl peroxide, amine and photoinitiator.
RelyX U200 (3M ESPE, Seefeld, Germany) Lot 510088 (also available as RelyX Unicem 2)	Base paste components: Glass powder treated with silane, 2-propenoic acid, 2-methyl, 1,1-[1 (hydroxymethyl) - 1,2-ethanodiil] ester, TEG-DMA silane treated silica, fiber glass, sodium persulfate and per-3,5,5-trimethyl hexanoate, t-butyl. Catalyst paste components: Glass powder treated with silane dimethacrylate caption, silane treated silica, sodium p-toluenesulfonate, 1-benzyl-5-phenyl-acid barium salts, calcium, 1,12-dodecane dimethacrylate, calcium hydroxide and titanium dioxide.
Adper Single Bond Plus (3M ESPE, St Paul, USA) Lot N520165	Acid components: phosphoric acid, water, polyvinyl alcohol; Primer / Adhesive components: ethanol, BisGMA treated colloidal silica, HEMA Copolymer of acrylic acid and itaconic acid, 1,3-glycerol dimethacrylate, water, UDMA, 1,3-glycerol dimethacrylate, EDMAB
RelyX Ceramic Primer (3M ESPE, St Paul, USA) Lot N438638	Ethanol, water and silane methacrylate, 3-trimethoxysilyl propyl
IPS e.max CAD and IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)	Block and tablet ceramic lithium disilicate based components: SiO ₂ Additional contents: Li ₂ O, K ₂ O, MgO, Al ₂ O ₃ , P ₂ O ₅ and other oxides.

Chemical abbreviations: bis-GMA= bisphenol A diglycidyl methacrylate; TEGDMA= triethyleneglycol-dimethacrylate; HEMA= 2-hydroxyethyl methacrylate; UDMA= Urethane dimethacrylate; EDMAB= ethyl-4-(dimethylamino) benzoate

Preparation of the lithium disilicate crowns – CAD/CAM system

The thirty-two ceramic crowns were manufactured by scanning each prepared tooth. The teeth received light air spray. Next, a uniform layer of contrast, without excesses, was pulverized (IPS Contrast Spray Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), and the optic reading of the prepared teeth was performed. The images of the preparation were taken by a laboratory scanner (InEos Blue, Sirona, The Dental Company, Bensheim, Germany), transferred to a computer, and subsequently processed by an appropriate system software (Cerec

inLab. SW4 version of application 4.0.2.45144, Sirona, The Dental Company, Bensheim, Germany), in which a three-dimensional virtual model was created for each of the thirty-two teeth. Next, the external margin of the tooth and the preparation's end line were defined, the adaptation was measured along the entire extension of the crown.

Each IPS e.max CAD ceramic block was placed in the milling unit (In Lab MC XL – 102591, Sirona, The Dental Company, Bensheim, Germany), made up of two diamond burs, one cylindrical, with a diameter of 1.2 mm, and the other conical. Next, from the digital model, the blocks were milled to create the crowns. The restorations were completely cleaned and all of the residues from the milling additive from the CAD/CAM unit were fully removed. For the crystallization process, each crown was positioned on pins for crystallization (IPS e.max CAD Crystallization Pin, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), and its inner portion was filled with auxiliary firing paste (IPS Object Fix Putty/Flow Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) to the edge of the restoration margin.

Preparation of the Lithium Disilicate crowns – PRESS SYSTEM

The thirty-two prepared teeth were molded with polyvinylsiloxane (Express, 3M ESPE, St Paul, MN, USA) through the double impression technique in individual molds manufactured in PVC (Tigre, Joinville, SC, Brazil). The type IV plaster (Fuji Rock, GC America, Aslip, IL, USA) was used to manufacture the dies. The teeth were stored in distilled water at $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ until the cementation process. The dies received an application of a layer of spacer (Spacelaquer Ducera Lay, Degussa Huls, Hanau, Germany) approximately 1 mm above the end line. The dies were isolated with insulator (Die Lube, Dentaurum J.P. Winkelstroeter KG, Pforzheim, Germany) and wax patterns with 0.7 mm thickness were prepared over the master dies using a wax immersion unit (Hotty, Renfert, Hilzingen, Germany). Next, the wax patterns were included in a coating agglutinated by phosphate from the IPA system itself (PressVest Speed, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein). After the coating had been set, a sequence of two heating stages was applied, in which the temperature was increased from $58^{\circ}\text{C}/\text{minute}$ to 250°C and maintained for 30 minutes before being increased to $58^{\circ}\text{C}/\text{minute}$ to 850°C and maintained for 1 hour. After the pre-heating stage, the coating cylinders were immediately transferred to the EP500 press oven (Ivoclar AG,

Schaan, Liechtenstein). The temperatures were of 920°C, followed by compression. The coating cylinders were removed from the oven and cooled for two hours. The cooled specimens were removed from the coating using an 80 µm glass bead blasting (Williams Glass Beads, Ivoclar North America, Amherst, NY, USA). The final dimension of the crowns was of 7.0 mm ± 0.5 mm in height, 8.0 mm ± 0.5mm in cervical diameter, with a thickness of 2.0 mm, measured with a digital caliper (Mitutoyo, Suzano, SP, Brazil).

Crown cementation

All of the specimens were cleaned with a bristle brush and pumice without fluoride (Prophy Zircate, Dentisply, Rio de Janeiro, RJ, Brazil), and were washed with a water/air spray.

In the cementations using RelyX ARC, the tooth substrates were treated with an Adper Single Bond Plus adhesive system (3M ESPE, St. Paul, MN USA). Phosphoric acid at 35% (Ultra-Etch, Ultradent do Brazil Ltda, Indaiatuba, SP, Brazil) was initially applied for 15 seconds at the enamel margins, followed by 15 seconds in dentin, and then washed for 1 minute with air/distilled water spray, removing the excess water with high-speed suction and gently air-drying without desiccating. Next, two layers of the adhesive system were applied actively and the excess was removed with applicator tips (Cavibrush, FGM, Joinville, SC, Brazil), followed by the solvent evaporation for 5 seconds. The photoactivation was carried out using a light-curing unit (LED Bluephase, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) for 20 seconds.

For RelyX U200, after the teeth were cleaned, only the enamel margins were conditioned with 35% phosphoric acid (Ultra-Etch, Ultradent do Brazil Ltda, Indaiatuba, SP, Brazil) for 15 seconds, next washed for 1 minute with air/distilled water spray and the excess water was removed with high-speed suction and gently air dried without desiccating. The substrates prepared with remaining crown elements presented the appearance of a slightly moist dentin surface.

The internal surface of the lithium disilicate ceramics were conditioned with 10% hydrofluoric acid^{11,30} (Condac Porcelana, FGM Brazil, Joinville, SC, Brazil)

for 20 seconds, followed by an air/distilled water spray for 1 minute. Next, 35% phosphoric acid was applied for 30 seconds³⁰, followed by air/distilled water spray for 1 minute. After, the crowns were placed in an ultrasound cube with distilled water for 5 minutes and dried in oil free air. The silane agent (RelyX Ceramic Primer, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) was applied, and after 5 minutes, the surface was dried with an air spray for 20 seconds.

Cementation technique using RelyX ARC and RelyX U200 with initial chemical activation

The cements were handled, brought in a fine layer to the internal surface of the crowns, and then set. After three minutes of initial chemical activation, the excess resin cement was removed using applicator tips (Cavibrush, FGM, Joinville, SC, Brazil), and later using a curette (Scaler H6/H7, BISCO, Inc., Schaumburg, IL, USA). Next, photopolymerization was performed for 40 seconds, multiplied by 4 activations on each surface of the crown, reaching a total of 160 seconds with the light-curing unit (LED Bluephase, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), with a curing program *soft start*, with low light intensity beginning followed by its gradual increase. The light intensity was monitored with a radiometer (Bluephase Meter, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein). The crowns were maintained in position under a constant 454 g pressure during the entire setting process, during the removal of the excess resin cement, and until photoactivation had been completed.

Cementation technique using RelyX ARC and RelyX U200 with tack-cure 1s

With the exception of the initial chemical activation process of the resin cement, the cementation procedures were performed as described above. For this technique, the method of previous photoactivation was performed for 1 second for both resin cements at an intensity of 650mW/cm², in a exposure program low power at buccal and lingual surfaces, at a distance of 3.0 mm from the activating tip to the full crown, using a light-curing unit (LED Bluephase, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein). Next, photopolymerization was performed for 40 seconds, multiplied by 4 activations on each surface of the crown, reaching a total of 160 seconds with the light-curing unit (LED Bluephase, Ivoclar Vivadent, Schaan,

Liechtenstein), with a curing program soft start, with low light intensity beginning followed by its gradual increase.

Analysis of the marginal adaptation

To measure cement line thickness and the interface quality analysis, eight marks were made on the surfaces of the tooth roots, symmetrically placed 2.0 mm below the margin, which had been prepared by using a number 1011 spherical diamond bur (KG-Sorensen, São Paulo, SP, Brazil). The defined areas served as reference, and between these marks, 4 measurements were taken, totaling 32 measurements per specimen. The cement line thickness was evaluated through the vertical measurement of the cement line areas between the crown margins and the end of tooth preparation. To measure the margins, an optical microscope was used (STM, Olympus Optical Co. Ltda., Tokyo, Japan) at 30X magnification and the images being displayed by the digital reading unit for coordinates X and Y (MMDC 201, Olympus Optical Co. Ltda., Tokyo, Japan), with registered values in μm with precision of 0.5 μm .

To analyze the interface quality, the following score values were used according to the cement line characteristics and sealing: 1= deficient, where irregularities were found with discontinuity; 2= regular, where minor irregularities exist but without the presence of discontinuity; and 3= satisfactory, where sealing presented a cohesive pattern, maintaining an integral margin along the entire extension.²³

SEM

The SEM micrographs were presented to demonstrate the various features found in the cement line, showing the measurement areas and interface quality (Fig. 1). Sixteen crowns were used, eight crowns from each group and were subdivided by cement type and cementing method. One impression was taken from the prepared teeth using Express polyvinylsiloxane (3M ESPE, St Paul, MN, USA) using the double impression technique in individual molds manufactured in PVC (Tigre, Joinville, SC, Brazil), and a replica was created using an epoxy resin material (EpoxiCure 2 Resin, Buehler An ITW Company, Lake Bluff, IL, USA). The epoxy resin models used to evaluate the restoration margins were sputter-coated with gold (Balzers-SCD050, Oerlikon Balzers, Balzers, Liechtenstein) for 180

seconds at 40mA. The images were obtained under a scanning electron microscope (LEO 435 VP, LEO, Cambridge, England) at 20kV with magnification from 50 to 200 times.

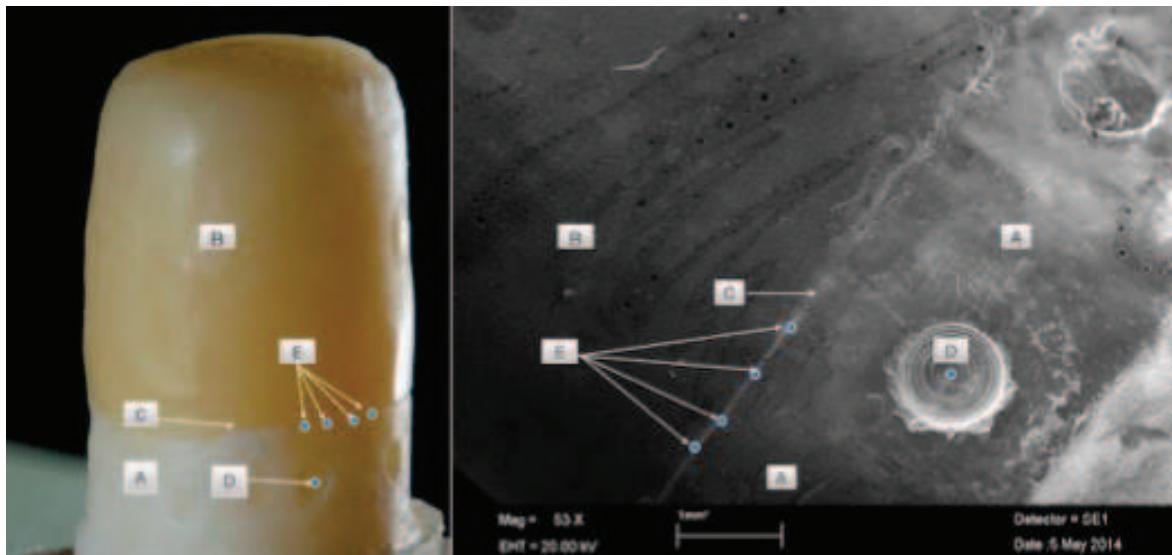


Fig.1 Sample and MEV image. (A) tooth structure, (B) ceramic, (C) tooth/restoration interface, (D) marks for guidance, (E) locations of measurement.

STATISTICAL ANALYSIS

To evaluate whether there was difference in the mean values for the variable cement line thickness according to the manufacturing techniques of ceramic restorations (CAD and PRESS), cement (ARC and U200) and cementing techniques (initial self-activation and the tack-cure), were used the ANOVA test three criteria complete factorial model. When ANOVA indicated a statistically significant difference in the mean values of the dependent variable cement line thickness, according to the combination of the analyzed factors (manufacturing technique, cements and cementing techniques), the multiple comparisons post hoc test between the different factors level was made using the multiple comparisons Games Howell test for heterogeneous variances, since the Levene test showed heterogeneous variances among the analyzed factors. The significance level for all tests was set at $\alpha = 5\%$. For the variable interface quality that displays an ordinal scale, the nonparametric U Mann-Whitney was used when the analysis involved each factor isolated. For interaction two to two involving 4 treatments and the three factors simultaneously, involving 8 treatments, it was used the nonparametric Kruskal-Wallis test. When the Kruskal-Wallis test indicated differences between the average scores of at least 2 treatments,

comparison between them was made using the multiple comparisons nonparametric Dunn test. The significance level was set at $\alpha = 5\%$. The statistical analysis was performed using the software (IBM SPSS Statistics 22.0, IBM Corp., Armonk, NY, EUA).

Results

Cement line thickness

The three-way Analysis of Variance test presented statistical differences among ceramic restoration manufacturing methods and a significant interaction between the manufacturing methods and the types of cement ($p<0.05$).

The Games-Howell test demonstrated statistical differences for the CAD regarding resin cement ($p<0.05$). The U200 resin cement presented lower values of cementation thickness when compared to the ARC resin cement in the CAD technique ($p<0.05$). When compared, the U200 cement for the two methods of CAD and PRESS manufacturing presented statistical differences ($p<0.05$). The lower values of marginal adaptation were obtained for the CAD technique. The average values are presented in Table 2.

Table 2– Average and standard deviation of the cement line thickness in μm in relation to the ceramic restorations manufacturing, types of cement, and cementation techniques.

Manufacturing methods	ARC self-activ.	U 200 self-activ.	ARC 1s	U 200 1s
CAD	62.09 \pm 28.79Aa	52.07 \pm 27.97Bb	61.17 \pm 30.42Aa	52.41 \pm 29.66Bb
PRESS	70.65 \pm 71.47Aa	77.19 \pm 78.29Aa	62.16 \pm 51.79Aa	69.36 \pm 74.49Aa

Different uppercase letters in each row and different lowercase letters in each column represent statistical differences ($p<0.05$)

Quality of the interface

The Kruskal-Wallis test and multiple comparisons nonparametric Dunn test presented statistical differences in the cementation techniques when compared the manufacturing methods for ceramic restorations, in which the values for PRESS presented lower scores ($p<0.05$). The scores obtained for the cementation quality in the PRESS technique, using pre-activation for 1 second,

presented statistical differences ($p<0.05$), showing higher scores both for the ARC cement as well as for the U200 cement, as compared to the conventional cementation (initial chemical activation). The means are presented in Table 3.

Table 3 – Mean and standard deviation of interface quality for different ceramic restorations methods of manufacturing, cement types and cementation techniques.

Manufacturing methods	Cementation techniques and		Activation method	
	ARC self-activ.	U200 self-activ.	ARC - 1s -	U200 – 1s
CAD	2.98±0.13Aa	2.98±0.13Aa	2.93±0.31Aa	2.96±0.19Aa
PRESS	2.82±0.43Bb	2.90±0.30Ab	2.94±0.26Aa	2.90±0.36Aa

Different uppercase letters in each row and different lowercase letters in columns represent statistical differences ($p<0.05$)

SEM

Illustrative SEM images, showing the locations of measurement and the interface quality.

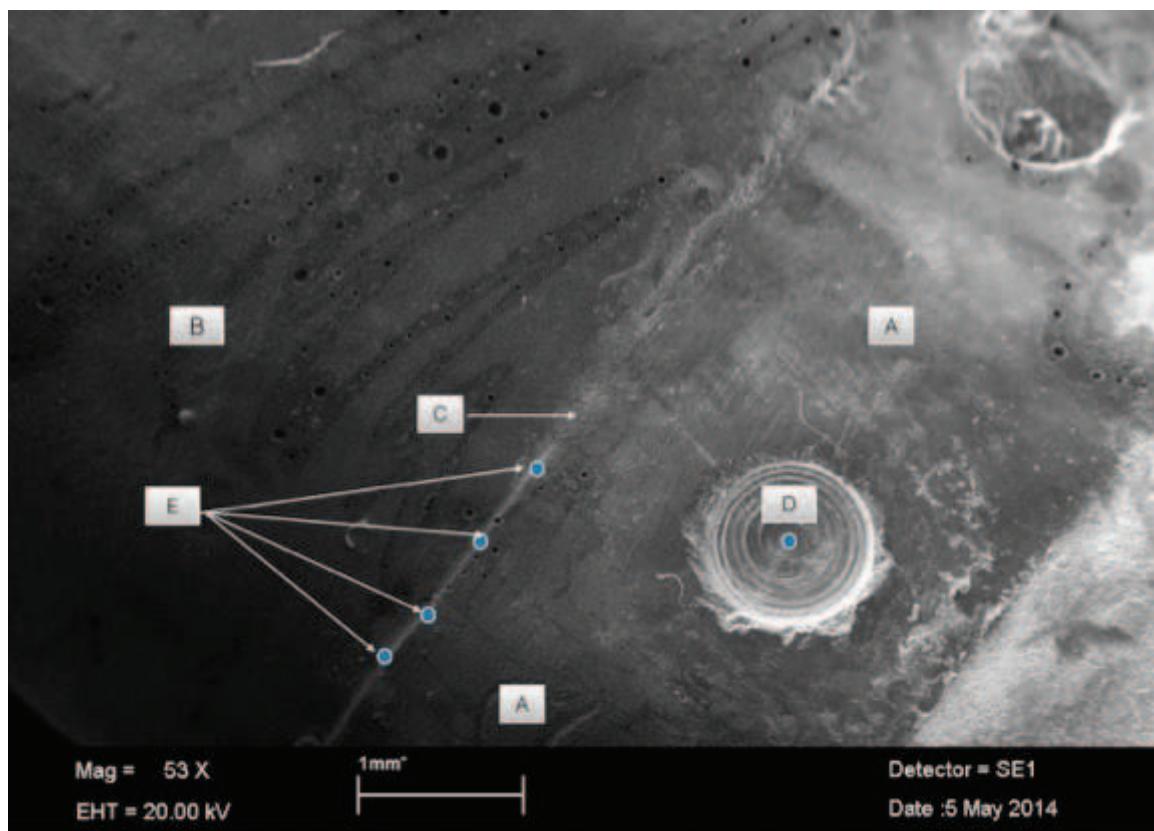


Fig.1 Illustrative image related to interface quality and measurement locations. (A) tooth structure, (B) ceramic, (C) tooth/restoration interface, (D) marks for guidance, (E) locations of measurement.

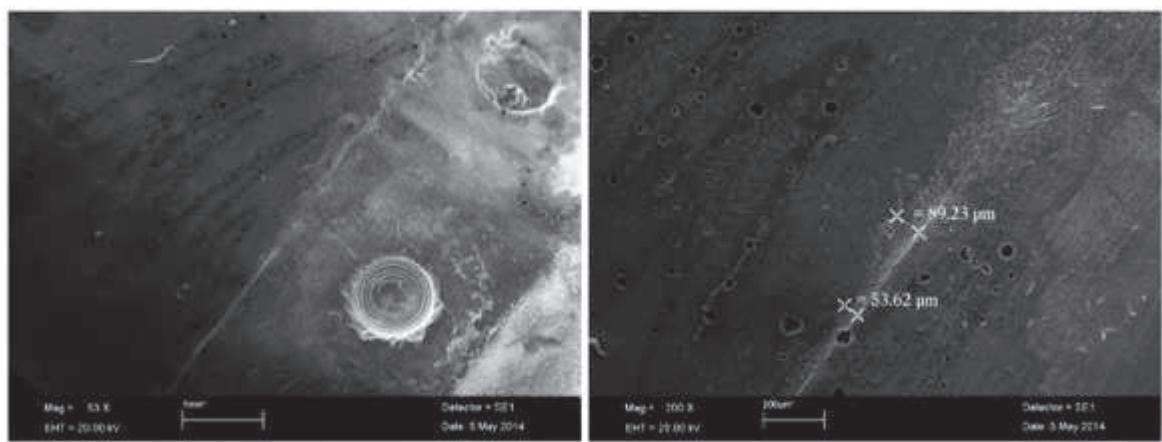


Fig.2 Illustrative image related to interface quality, score 3 – satisfactory, where the sealing presents a standard of cohesion and integrate margin along the entire extension.

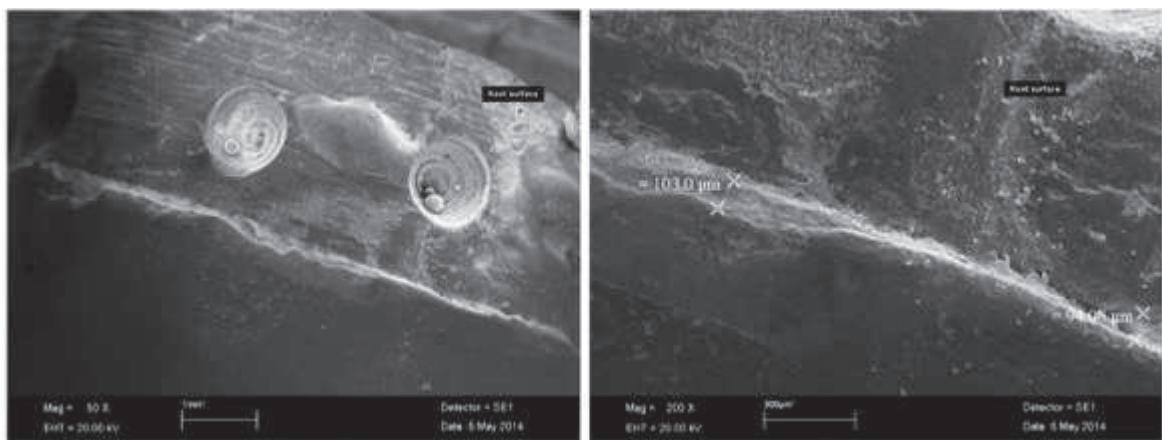


Fig.3 Illustrative image related to interface quality, score 2 = regular, where small irregularities exist but without the presence of discontinuity.

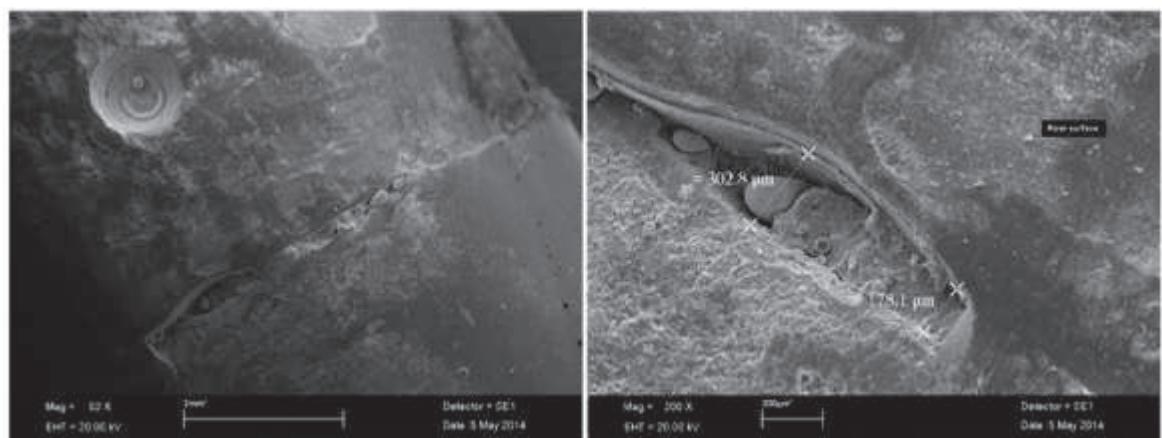


Fig.4 Illustrative image related to interface quality, score 1 – deficient, where irregularities were found with discontinuity.

Discussion

The interface of indirect restorations can be considered acceptable when it presents cement line thickness values of approximately 120 µm and the interface quality presents a uniform aspect without the present of cracks or irregularities.^{5,9,23,31,32} According to these requirements, the elements evaluated in this study were within clinically acceptable limits.

The suggested null hypotheses were rejected for both the ceramics manufacturing technique and the types of cement, given that a significant difference in the marginal adaptation could be observed.

The measurement of the vertical thickness of the cement line showed the best adjustment for the CAD crowns when compared to the PRESS crowns. These results corroborate with Jonathan et al.⁸, who compared the two methods of manufacturing, pointing out the difficulties for the PRESS method. The CAD ceramics required less laboratory steps, allowing for a greater control of the work stages.^{8,9} By contrast, the PRESS ceramics can undergo a greater influence from independent factors, such as: the types of impression materials, the molding technique, the variation in temperature during the transport of the materials to the laboratory, the attainment of the plaster model, the laboratory states for the manufacturing of a piece, and the actions on the part of the operator.^{8,9,19}

In the evaluation of the cements, the U200 presented lower thickness values of the cement line when compared to the ARC for the crowns manufactured using the CAD method. This fact may well be related to the stages of adhesion and photoactivation, where the activation of the adhesive in the dental substrate, according to manufacturer instructions, was carried out prior to the placing of the indirect restorations, which may have caused an increase in the cement line thickness.⁷⁻⁹ In addition, one must consider the difficulty of limiting oneself to the thickness of the adhesive/cement layer, as this condition can accelerate the mechanism of fatigue and cause early failure.^{7,9} These results corroborate with findings from Borges et al.¹¹, who compared the influence of different types of cements in the marginal discrepancy in pure ceramic systems. Clinically speaking, one must observe such aspects as the viscosity of the cement and its correct manipulation protocol.^{9,14,17,27}

The marginal discrepancy of the two methods of cementation evaluated in this study was not affected by the initial chemical activation, neither by the tack-cure 1 second, as shown in Table 3. It is suggested that the 1 second tack-cure pre-activation method and the removal of its excess, with the aid of a brush and scaler, can lead to a faster and more efficient procedure, which is a clinically relevant condition. Paying attention to the activation time of only 1 second is highly recommended, since a time of greater than 3 to 5 seconds can produce areas of hard resinous cement on the surface as compared to fluid cement in deeper regions, which can cause maladjustments and dislocations of the fluid and still poorly activated cement areas. This type of pre-activation does not affect the intrinsic characteristics of the resinous cement, according to Flury et al.³³, the physical properties of the cements remain unaltered when activation is performed for 5 seconds, followed by the removal of the excess of cement and the final activation.^{22,33} In another study about the techniques for the removal of excess cement, Anami et al.²², evaluated that the morphology of the restoration margin and the roughness of the interface affect the accumulation of bacterial biofilms, and these authors also obtained favorable results using brushes in the removal of excess leaked resinous cement. This method, as compared to other such removal methods, better prevents against bacterial colonization in the adhesive interface.²² Other important aspects were reported by Conrad et al.⁵, because the exposure of a wide band of cementing agent to the oral fluids, as well as to mechanical wear, can lead to the dissolution or modification of the adhesive interface's surface aspect, in addition to allowing the formation of niches that promote the accumulation of bacterial plaque, marginal staining, periodontal problems, and restoration failures.^{5,20-22} Other relevant aspects include: the final characteristics of prosthetic preparation, such as the conicity of the axial slopes, convergence of the walls, smooth surfaces, transitions, and rounded angles, as they promote the appropriate axis of the restoration's longitudinal insertion, thus avoiding the formation of hydraulic pressure, favoring a better draining of the cement and an appropriate placing of the crown itself.^{14,17,20,24,25} Some studies have reported that the characteristics found in the preparations for adhesive cementation increase the resistance to fracture (tooth/restoration) by providing a more uniform distribution of the strength and a lower concentration of stress.^{2,7,9,17,18,33-35} Moreover, the existence of cracks in the cementation line can generate a

concentration of stress, which can reduce the restoration's final resistance.^{1,3,5,9,17} The tack-cure 1 second and the use of a brush to remove the excess cement from the margins may also be an interesting method, and it should be followed by a careful light irradiation protocol to obtain the optimal properties of the adhesion and from the resin cement.^{17,22,33-35} In this light, further research on this method is warranted, as the resinous cements can present behaviors that are different from their physical-chemical properties.

The inter-relationship aspects of the criteria evaluated in this study suggest a greater durability and longevity of the adhesive interfaces, bearing in mind that these factors are limited to stability and to the characteristics of each element involved.^{4,5,7,9,17,19,22,31,32}

Conclusion

Within the limitations of this study, it can be concluded that the evaluated criteria presented better results for the technique and the material, as they require less clinical and laboratory stages and a lesser degree of intervention on the part of the operator. It was also found that the best interface quality is in fact related to the reduced thickness of the cement line.

Acknowledgements

This research was supported by UNICAMP, Piracicaba, Brazil; Vieira dental laboratory, Curitiba, PR, Brazil; Vagner dental laboratory, São Paulo, SP, Brazil.

Conflict of interests

The authors do not have any financial or personal interest in relation to the companies presented in this article.

References

1. Carvalho AO, Bruzi G, Giannini M & Magne P (2014) Fatigue resistance of CAD/CAM complete crowns with a simplified cementation process *Journal of Prosthetic Dentistry* **111(4)** 310–317.
2. Li RWK, Chow TW & Matinlinna JP (2014) Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: state of the art *Journal of Prosthodontic Research* **58(4)** 208-216.
3. Mitchell CA & Orr JF (2005) Engineering properties and performance of dental crowns *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, part h: Journal of Engineering in Medicine* **219(4)** 245-255.
4. DellaBona A & Kelly RJ (2008) The clinical success of all-ceramic restorations *Journal of the American Dental Association* **139(9)** 8-13.
5. Conrad HJ, Seong W-J & Pessun IJ (2007) Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review *Journal of Prosthetic Dentistry* **98(5)** 389-404.
6. Gehrt M, Wolfart S, Rafai N, Reich S & Edelhoff D (2013) Clinical results of lithium-disilicate crowns after up to 9 years of service *Clinical Oral Investigations* **17(1)** 275–284.
7. Thompson VP & Rekow DE (2004) Dental ceramics and the molar crown testing ground *Journal of Applied Oral Science* **12(Special Issue)** 26-36.
8. Ng J, Ruse D & Wyatt C (2014) A comparison of the marginal fit of crowns fabricated with digital and conventional methods *Journal of Prosthetic Dentistry* **112(3)** 555-560.
9. Contreipois M, Soenen A, Bartala M & Laviole O (2013) Marginal adaptation of ceramic crowns: a systematic review *Journal of Prosthetic Dentistry* **110(6)** 447-454.
10. Colpani JT, Borba M & Della Bona A (2013) Evaluation of marginal and internal fit of ceramic crown copings *Dental Materials* **29(2)** 174–180.
11. Borges GA, Faria JS, P Agarwal, Spohr AM, Correr-Sobrinho L & Miranzi BAS (2012) In vitro marginal fit of three all-Ceramic crown systems before and after cementation *Operative Dentistry* **37(6)** 641-649.

12. Reich S, Gozdowski S, Trentzsch L, Frankenberger R & Lohbauer U (2008) Marginal fit of heat-pressed vs. CAD/CAM processed all-ceramic onlays using a milling unit prototype *Operative Dentistry* **33(6)** 644-650.
13. Janda R, Roulet JF, Wulf M & Tiller HJ (2003) A new adhesive technology for all-ceramics *Dental Materials* **19(6)** 567-573.
14. Pegoraro TA, da Silva NRFA & Carvalho RM (2007) Cements for use in esthetic dentistry *Dental Clinics of North America* **51(2)** 453–471.
15. Holderegger C, Sailer I, Schuhmacher C, Schläpfer R, Hämmeler C, & Fischer J (2008) Shear bond strength of resin cements to human dentin *Dental Materials* **24(7)** 944-950.
16. Kumbuloglu O, Lassila LVJ, User A, Toksavul S & Vallittu PK (2005) Shear bond strength of composite resin cements to lithium disilicate ceramics. *Journal of Oral Rehabilitation* **32(2)** 128–133.
17. Edelhoff D & Ozcan M (2007) To what extent does the longevity of fixed dental prostheses depend on the function of the cement? Working group 4 materials: Cementation *Clinical Oral Implants Research* **18(3)** 193-204.
18. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR & Ferrari M (2008) Self-adhesive resin cements: a literature review *Journal Adhesive Dentistry* **10(4)** 251-258.
19. Frankenberger R, Reinelt C, Petschelt A, Krämer N (2009) Operator vs. material influence on clinical outcome of bonded ceramic inlays *Dental Materials* **25(8)** 960–968.
20. Sheets CG (1999) The periodontal-restorative interface: enhancement through magnification *Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry* **11(8)** 925-931.
21. Lu H & Powers JM (2004) Color stability of resin cements after accelerated aging *American Journal of Dentistry* **17(5)** 354-358
22. Anami LC, Pereira CA, Guerra E, Assunção e Souza RO, Jorge AO & Bottino MA (2012) Morphology and bacterial colonisation of tooth/ceramic restoration interface after different cement excess removal techniques *Journal of Dentistry* **40(9)** 742-749
23. Frankenberger R, Lohbauer U, Schaible RB, Nikolaenko A & Naumann M (2008) Luting of ceramic inlays in vitro: marginal quality of self-etch and etch-and-rinse adhesives versus self-etch cements *Dental Materials* **24(2)** 185-191.

24. Hmaidouch R, Neumann P & Mueller WD (2011) Influence of preparation form, luting space setting and cement type on the marginal and internal fit of CAD/CAM crown copings *International Journal Computerized Dentistry* **14(3)** 219-226.
25. Federlin M, Schmidt S, Hiller KA, Thonemann B & Schmalz G (2004) Partial ceramic crowns: influence of preparation design and luting material on internal adaptation *Operative Dentistry* **29(5)** 560-70.
26. Edelhoff D & Sorensen JA (2002) Tooth structure removal associated with various preparation designs for anterior teeth *Journal of Prosthetic Dentistry* **87(5)** 503-509.
27. Behr M, Rosentritt T, Regnet R & Lang GH (2004) Marginal adaptation in dentin of a self-adhesive universal resin cement compared with well-tried systems *Dental Materials* **20(2)** 191–197.
28. Behr M, Hansmann M, Rosentritt M & Handel G (2009) Marginal adaptation of three self-adhesive resin cements vs. a well-tried adhesive luting agent *Clinical Oral Investigations* **13(4)** 459-464.
29. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K, Poitevin A, Lambrechts P & Van Meerbeek B (2010) Two-year clinical evaluation of a self-adhesive luting agent for ceramic inlays *Journal of Adhesive Dentistry* **12(2)** 151-161.
30. Belli R, Guimarães JC, Filho AM, Vieira LC (2010) Post-etching cleaning and resin/ceramic bonding: microtensile bond strength and EDX analysis *Journal of Adhesive Dentistry* **12(4)** 295-303.
31. McLean JW, von Fraunhofer JA (1971) The estimation of cement film thickness by an in vivo technique *British Dental Journal* **131(3)** 107-111.
32. Holmes JR, Bayne SC, Holland GA & Sulik WD (1989) Considerations in measurement of marginal fit *Journal of Prosthetic Dentistry* **62(4)** 405-408.
33. Flury S, Peutzfeldt A & Lussi A (2011) The effect of polymerization procedure on Vickers hardness of dual-curing resin cements *Journal of the American Dental Association* **24(4)** 226-232.
34. Cekic-Nagas I & Ergun G (2011) Effect of different light curing methods on mechanical and physical properties of resin-cements polymerized through ceramic discs *Journal of Applied Oral Science* **19(4)** 403–412.

35. Braga RR, Ferracane JL, Condon JR (2002) Polymerization contraction stress in dual-cure cements and its effect on interfacial integrity of bonded inlays
Journal of Dentistry **30(7-8)** 333-340.

ANEXO

Figuras

Características dos preparamos

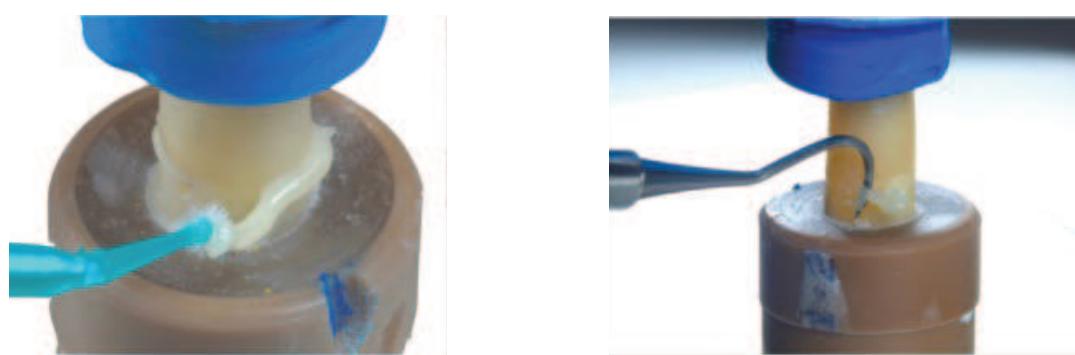


1 - As dimensões finais dos preparamos foram de $7,0\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ em altura, $8,0\text{ mm}$ para o diâmetro cervical e $4,2\text{ mm}$ para o diâmetro incisal.

Técnica de cimentação com RelyX ARC e RelyX U200 com pré-ativação de 1 segundo (tack-cure)

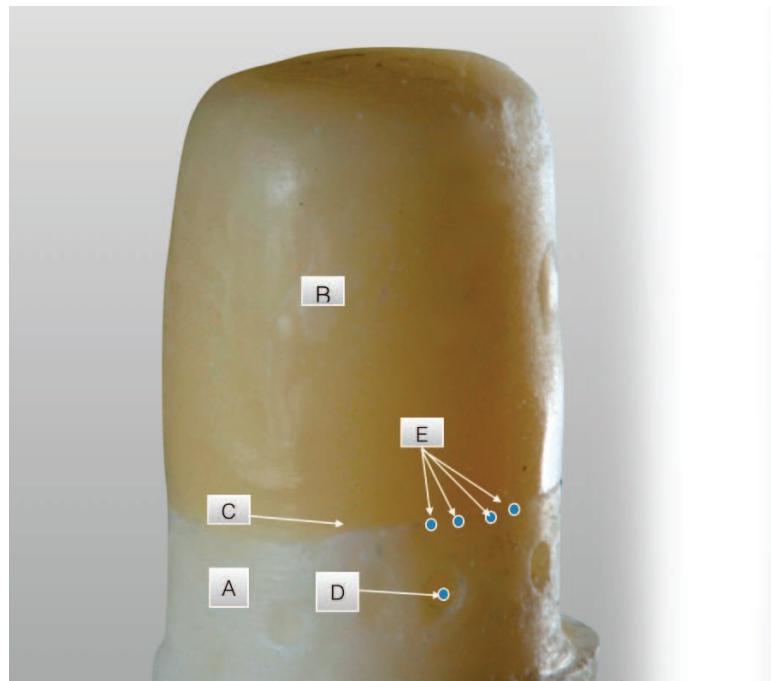


2 – Nessa técnica foi executado o método de fotoativação prévia por 1 segundo para ambos cimentos resinosos com intensidade de 650 mW/cm^2 , em um programa de exposição *low power* nas faces vestibular e lingual, a uma distância de $3,0\text{ mm}$ da ponta ativadora à coroa total, através do aparelho fotoativador (LED Bluephase, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).



3 - Em seguida, a fotopolimerização foi realizada por 40 segundos multiplicando-se por 4 ativações em cada face da coroa, perfazendo um total de 160 segundos com o aparelho fotoativador (LED Bluephase Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), com um programa de cura *soft start*, iniciando com baixa intensidade de luz seguido de seu aumento gradual.

Análise da adaptação marginal e qualidade da interface



4 - Características da amostra: (A) estrutura dentária, (B) cerâmica, (C) interface dente/restauração, (D) marcações como guia, (E) locais para mensuração.

Análise estatística

ANÁLISE DA VARIÁVEL Espessura da linha de cimento (μm)									
DescripPRESSves									
Espessura da linha de cimento (μm)									
	N	Mean	Std. DeviaPRESSon	Std. Error	Mean	Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
CAD	1024	56,9341	29,55712	,92366	55,1216	58,7466	10,00	215,00	
PRESS	992	69,6023	69,56450	2,20868	65,2681	73,9365	10,00	510,00	
Total	2016	63,1677	53,51305	1,19183	60,8303	65,5050	10,00	510,00	

Test of Homogeneity of Variances								
Espessura da linha de cimento (μm)								
Levene	df1	df2	Valor p					
87,470	1	2014	0,00000					

DescripPRESSves									
Espessura da linha de cimento (μm)									
	N	Mean	Std. DeviaPRESSon	Std. Error	Mean	Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
RelyX ARC	1024	64,0158	48,92903	1,52903	61,0154	67,0162	10,00	485,00	
RelyX U200	992	62,2921	57,87732	1,83761	58,6861	65,8982	10,00	510,00	
Total	2016	63,1677	53,51305	1,19183	60,8303	65,5050	10,00	510,00	

Test of Homogeneity of Variances								
Espessura da linha de cimento (μm)								
Levene	df1	df2	Valor p					
2,986	1	2014	0,08415					

DescripPRESSves									
Espessura da linha de cimento (μm)									
	N	Mean	Std. DeviaPRESSon	Std. Error	Mean	Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
Auto ativação inicial	992	65,1222	56,52765	1,79475	61,6003	68,6442	10,00	465,00	
Pré ativação inicial de 1s	1024	61,2742	50,37658	1,57427	58,1850	64,3633	10,00	510,00	
Total	2016	63,1677	53,51305	1,19183	60,8303	65,5050	10,00	510,00	

Test of Homogeneity of Variances								
Espessura da linha de cimento (μm)								
Levene	df1	df2	Valor p					
5,357	1	2014	0,02073					

DescripPRESSves									
Espessura da linha de cimento (μm)									
	N	Mean	Std. DeviaPRESSon	Std. Error	Mean	Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
CAD / RelyX ARC	512	61,6261	29,59155	1,30777	59,0568	64,1953	10,00	215,00	
CAD / RelyX U200	512	52,2422	28,79552	1,27259	49,7420	54,7423	10,00	182,50	
PRESS / RelyX ARC	512	66,4056	62,49545	2,76193	60,9795	71,8318	10,00	485,00	
PRESS / RelyX U200	480	73,0121	76,30632	3,48289	66,1685	79,8557	10,50	510,00	
Total	2016	63,1677	53,51305	1,19183	60,8303	65,5050	10,00	510,00	

Test of Homogeneity of Variances

Espessura da linha de cimento (μm)

Levene	df1	df2	Valor p
33,968	3	2012	0,000000

DescripPRESSves

Espessura da linha de cimento (μm)

	N	Mean	Std. DeviaPRESSon	Std. Error	Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
CAD / Auto ativação inicial	512	57,0790	28,79519	1,27258	54,5789	59,5791	10,00	160,00
CAD / Pré ativação inicial de 1s	512	56,7892	30,32741	1,34029	54,1561	59,4224	10,00	215,00
PRESS / Auto ativação inicial	480	73,7017	74,72232	3,41059	67,0001	80,4032	10,00	465,00
PRESS / Pré ativação inicial de 1s	512	65,7591	64,19116	2,83688	60,1858	71,3325	10,00	510,00
Total	2016	63,1677	53,51305	1,19183	60,8303	65,5050	10,00	510,00

Test of Homogeneity of Variances

Espessura da linha de cimento (μm)

Levene	df1	df2	Valor p
34,344	3	2012	0,000000

DescripPRESSves

Espessura da linha de cimento (μm)

	N	Mean	Std. DeviaPRESSon	Std. Error	Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
RelyX ARC / Auto ativação inicial	512	66,3687	54,60046	2,41302	61,6280	71,1093	10,00	465,00
RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	512	61,6630	42,43209	1,87525	57,9789	65,3472	10,00	485,00
RelyX U200 / Auto ativação inicial	512	68,3142	68,11375	3,01023	62,4003	74,2282	10,00	484,50
RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	480	55,8685	43,59824	1,98998	51,9584	59,7787	10,00	510,00
Total	2016	63,1677	53,51305	1,19183	60,8303	65,5050	10,00	510,00

Test of Homogeneity of Variances

Espessura da linha de cimento (μm)

Levene	df1	df2	Valor p
9,746	3	2012	0,000000

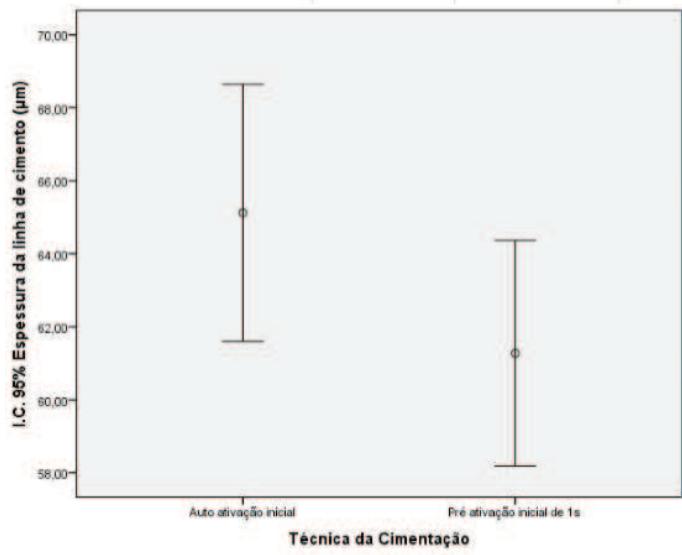
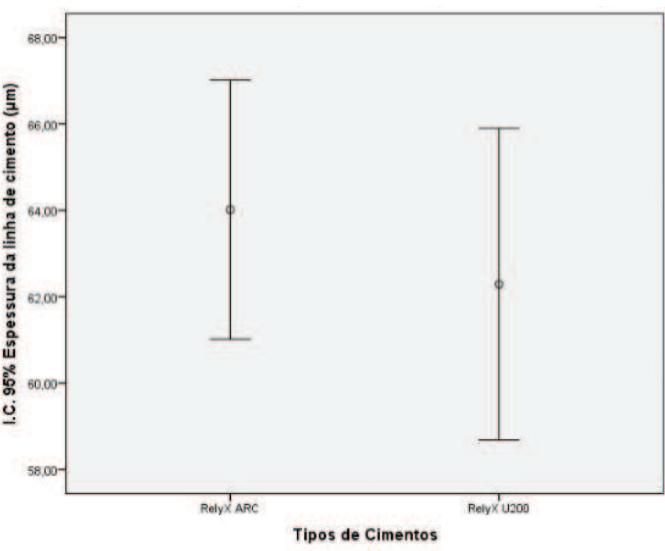
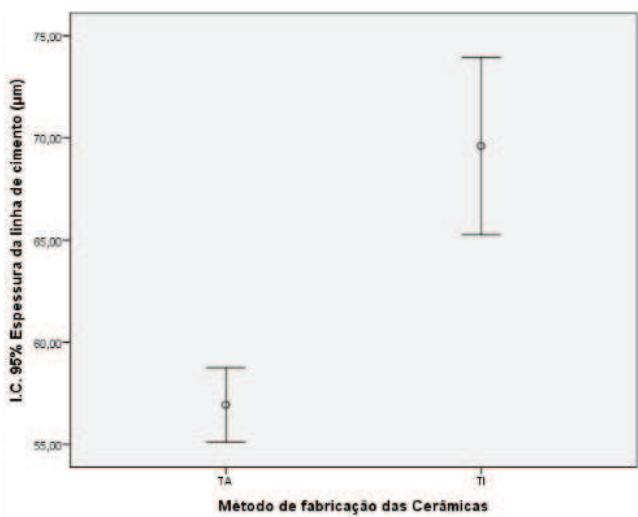
Descrição das amostras								
Espessura da linha de cimento (μm)								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Mean		Minimum	Maximum
CAD / RelyX ARC / Auto ativação inicial	256	62,09	28,79	1,79965	58,5413	65,6295	10,00	160,00
CAD / RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	256	61,17	30,42	1,90108	57,4229	64,9105	10,00	215,00
CAD / RelyX U200 / Auto ativação inicial	256	52,07	27,97	1,74792	48,6304	55,5148	10,00	137,00
CAD / RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	256	52,41	29,66	1,85344	48,7617	56,0617	10,00	182,50
PRESS / RelyX ARC / Auto ativação inicial	256	70,65	71,47	4,46696	61,8551	79,4488	10,00	465,00
PRESS / RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	256	62,16	51,79	3,23694	55,7848	68,5338	10,00	485,00
PRESS / RelyX U200 / Auto ativação inicial	224	77,19	78,29	5,23085	66,8788	87,4953	12,50	435,00
PRESS / RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	256	69,36	74,49	4,65566	60,1906	78,5274	10,50	510,00
Total	2016	63,17	53,51	1,19183	60,8303	65,5050	10,00	510,00

Test of Homogeneity of Variances				
Espessura da linha de cimento (μm)				
Levene	df1	df2	Valor p	
17,454	7	2008	0,00000	

ANOVA A TRÊS CRITÉRIOS MODELO FATORIAL COMPLETO		
	Value Label	N
Método de fabricação das Cerâmicas	1 CAD	1024
	2 PRESS	992
Tipos de Cimentos	1 RelyX ARC	1024
	2 RelyX U200	992
Técnica da Cimentação	1 Auto ativação inicial	992
	2 Pré ativação inicial de 1s	1024

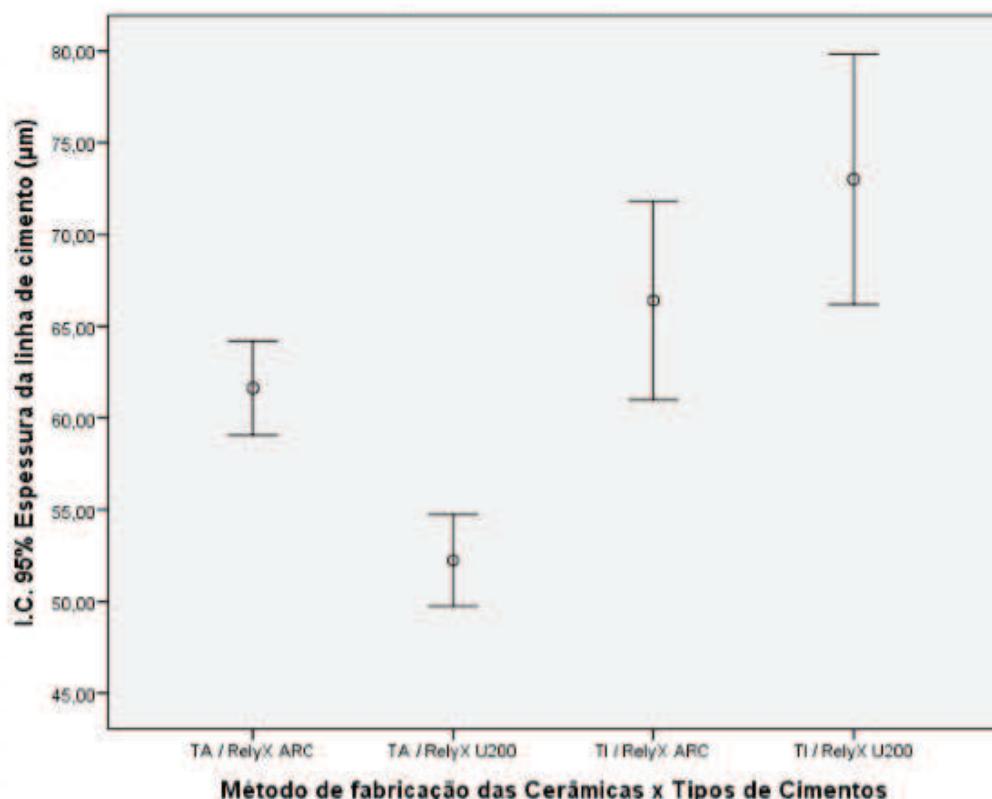
Tests of Between-Subjects Effects						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Valor p	Observed Power ^b
Método de fabricação das Cerâmicas	83774,786	1	83774,786	29,830	0,0000	0,9998
Tipos de Cimentos	796,369	1	796,369	,284	0,5944	0,0830
Técnica da Cimentação	8979,492	1	8979,492	3,197	0,0739	0,4315
Método de fabricação das Cerâmicas * Tipos de Cimentos	33212,252	1	33212,252	11,826	0,0006	0,9302
Método de fabricação das Cerâmicas * Técnica da Cimentação	7789,980	1	7789,980	2,774	0,0960	0,3840
Tipos de Cimentos * Técnica da Cimentação	116,180	1	116,180	,041	0,8388	0,0547
Método de fabricação das Cerâmicas * Tipos de Cimentos * Técnica da Cimentação	11,062	1	11,062	,004	0,9500	0,0505
Error	5639353,025	2008	2808,443			
Corrected Total	5774033,147	2015				

b. Computed using alpha = ,05



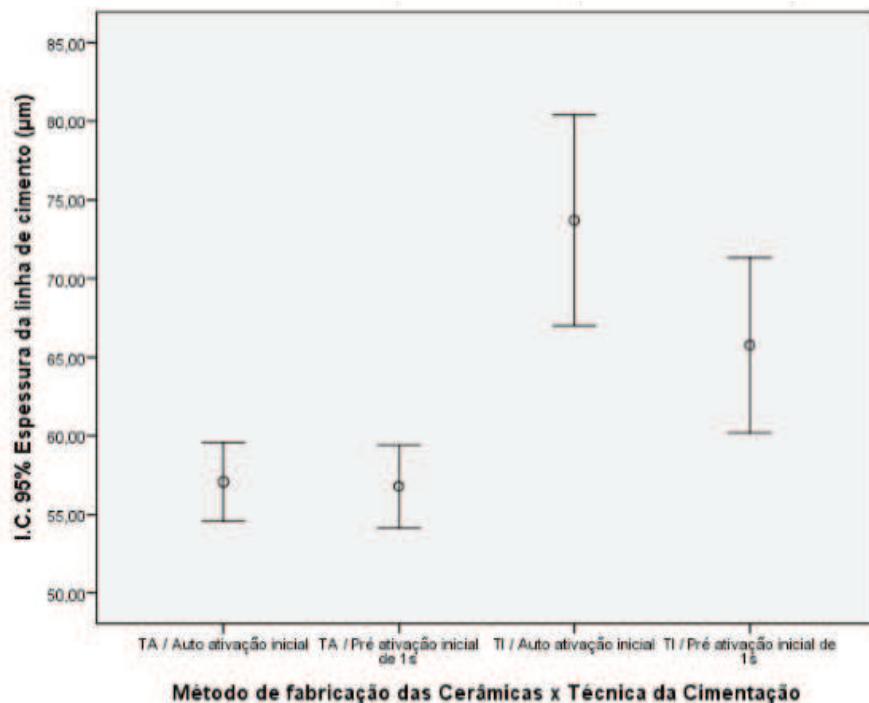
MulPRESSple Comparisons					
Dependent Variable: Espessura da linha de cimento (μm) Games-Howell					
(I) Método de fabricação das Cerâmicas x Tipos de Cimentos		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Valor p	95% Confidence Interval
					Lower Bound Upper Bound
CAD / RelyX ARC	CAD / RelyX U200	9,38389	1,82477	0,0000	4,6883 14,0795
	PRESS / RelyX ARC	-4,77957	3,05591	0,4000	-12,6484 3,0893
	PRESS / RelyX U200	-11,38603	3,72032	0,0123	-20,9700 -1,8021
CAD / RelyX U200	CAD / RelyX ARC	-9,38389	1,82477	0,0000	-14,0795 -4,6883
	PRESS / RelyX ARC	-14,16346	3,04102	0,0000	-21,9942 -6,3327
	PRESS / RelyX U200	-20,76992	3,70810	0,0000	-30,3227 -11,2172
PRESS / RelyX ARC	CAD / RelyX ARC	4,77957	3,05591	0,4000	-3,0893 12,6484
	CAD / RelyX U200	14,16346	3,04102	0,0000	6,3327 21,9942
	PRESS / RelyX U200	-6,60646	4,44509	0,4462	-18,0468 4,8338
PRESS / RelyX U200	CAD / RelyX ARC	11,38603	3,72032	0,0123	1,8021 20,9700
	CAD / RelyX U200	20,76992	3,70810	0,0000	11,2172 30,3227
	PRESS / RelyX ARC	6,60646	4,44509	0,4462	-4,8338 18,0468

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



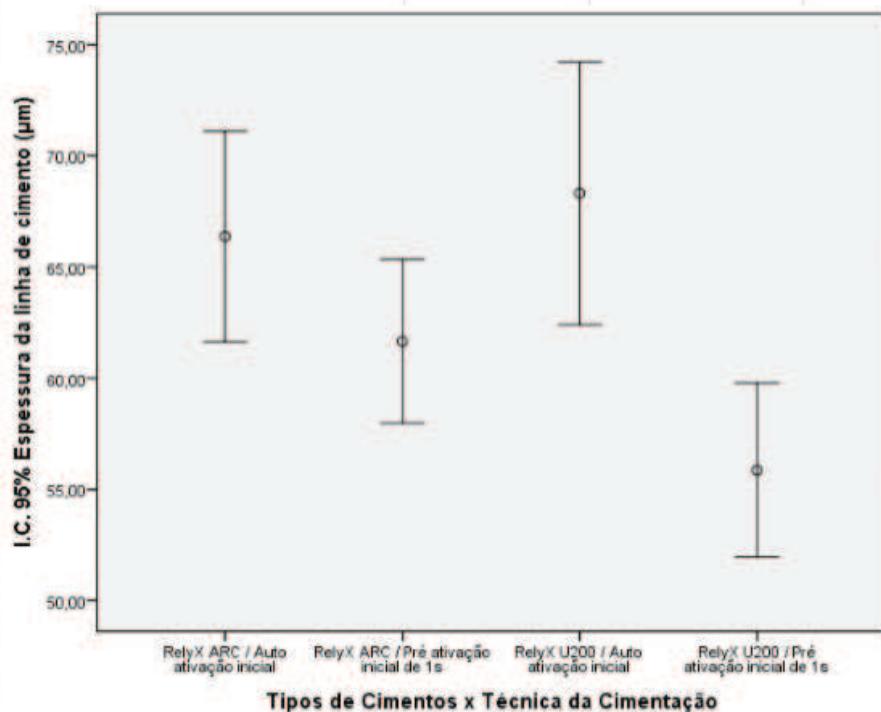
MulPRESSple Comparisons						
Dependent Variable: Espessura da linha de cimento (μm) Games-Howell						
(I) Método de fabricação das Cerâmicas x Técnica da Cimentação	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Valor p	95% Confidence Interval		
				Lower Bound	Upper Bound	
CAD / Auto ativação inicial	CAD / Pré ativação inicial de 1s	,28979	1,84820	0,9986	-4,4661	5,0457
	PRESS / Auto ativação inicial	-16,62266*	3,64027	0,0000	-26,0004	-7,2449
	PRESS / Pré ativação inicial de 1s	-8,68014*	3,10923	0,0275	-16,6868	-6,6734
CAD / Pré ativação inicial de 1s	CAD / Auto ativação inicial	-,28979	1,84820	0,9986	-5,0457	4,4661
	PRESS / Auto ativação inicial	-16,91245*	3,66450	0,0000	-26,3521	-7,4728
	PRESS / Pré ativação inicial de 1s	-8,96992*	3,13755	0,0226	-17,0490	-8,8908
PRESS / Auto ativação inicial	CAD / Auto ativação inicial	16,62266*	3,64027	0,0000	7,2449	26,0004
	CAD / Pré ativação inicial de 1s	16,91245*	3,66450	0,0000	7,4728	26,3521
	PRESS / Pré ativação inicial de 1s	7,94253	4,43621	0,2786	-3,4745	19,3596
PRESS / Pré ativação inicial de 1s	CAD / Auto ativação inicial	8,68014*	3,10923	0,0275	,6734	16,6868
	CAD / Pré ativação inicial de 1s	8,96992*	3,13755	0,0226	,8908	17,0490
	PRESS / Auto ativação inicial	-7,94253	4,43621	0,2786	-19,3596	3,4745

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



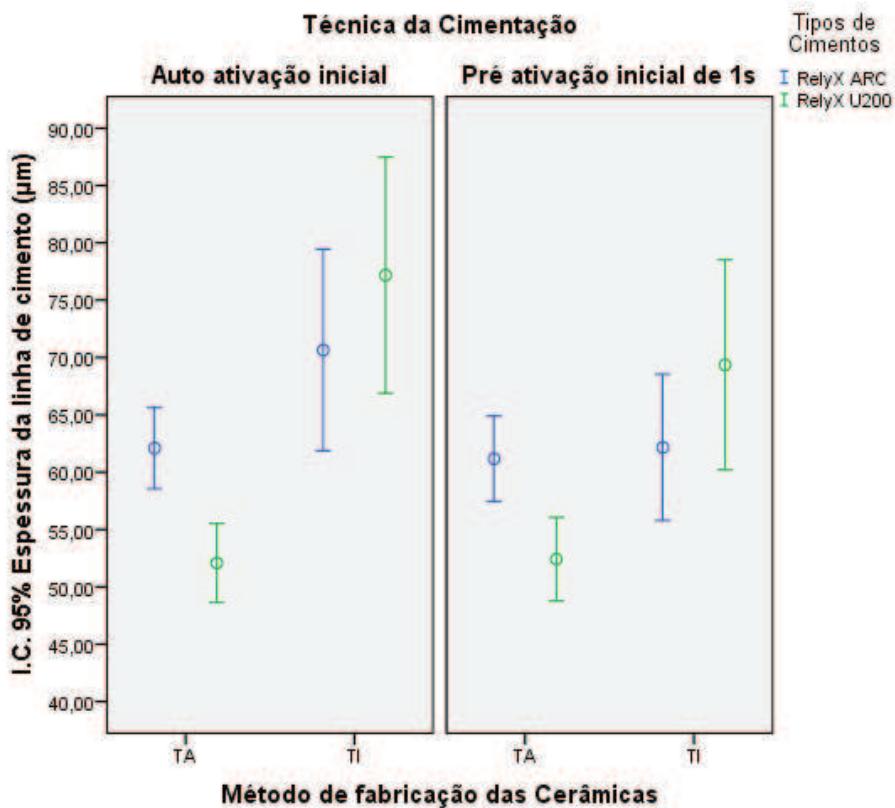
MulPRESSple Comparisons					
Dependent Variable: Espessura da linha de cimento (μm) Games-Howell					
(I) Tipos de Cimentos x Técnica da Cimentação	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
RelyX ARC / Auto ativação inicial	RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	4,70566	3,05602	0,4140	-3,1591 12,5704
	RelyX U200 / Auto ativação inicial	-1,94557	3,85800	0,9581	-11,8740 7,9829
	RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	10,50013*	3,12773	0,0045	2,4509 18,5494
RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	RelyX ARC / Auto ativação inicial	-4,70566	3,05602	0,4140	-12,5704 3,1591
	RelyX U200 / Auto ativação inicial	-6,65123	3,54656	0,2394	-15,7804 2,4779
	RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	5,79447	2,73433	0,1477	-1,2422 12,8311
RelyX U200 / Auto ativação inicial	RelyX ARC / Auto ativação inicial	1,94557	3,85800	0,9581	-7,9829 11,8740
	RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	6,65123	3,54656	0,2394	-2,4779 15,7804
	RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	12,44570*	3,60853	0,0033	3,1575 21,7339
RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	RelyX ARC / Auto ativação inicial	-10,50013*	3,12773	0,0045	-18,5494 -2,4509
	RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	-5,79447	2,73433	0,1477	-12,8311 1,2422
	RelyX U200 / Auto ativação inicial	-12,44570*	3,60853	0,0033	-21,7339 -3,1575

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



MulPRESSpble Comparisons						
Dependent Variable: Espessura da linha de cimento (μm)				95% Confidence Interval		
		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Valor p	Lower Bound	Upper Bound
(I) Método de fabricação das Cerâmicas x Tipos de Cimentos x Técnica da Cimentação	CAD / RelyX ARC / Auto ativação inicial	.91867	2,61780	1,0000	-7,0488	8,8862
	CAD / RelyX U200 / Auto ativação inicial	10,01277	2,50878	0,0019	2,3771	17,6484
	CAD / RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	9,67367	2,58340	0,0049	1,8109	17,5364
	PRESS / RelyX ARC / Auto ativação inicial	-8,56656	4,81586	0,6349	-23,2557	6,1226
	PRESS / RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	-0,07391	3,70358	1,0000	-11,3591	11,2113
	PRESS / RelyX U200 / Auto ativação inicial	-15,10166	5,53178	0,1181	-31,9978	1,7945
	PRESS / RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	-7,27359	4,99138	0,8294	-22,4999	7,9527
CAD / RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	CAD / RelyX ARC / Auto ativação inicial	-.91867	2,61780	1,0000	-8,8862	7,0488
	CAD / RelyX U200 / Auto ativação inicial	9,09410	2,58251	0,0110	1,2339	16,9543
	CAD / RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	8,75500	2,65506	0,0231	,6742	16,8358
	PRESS / RelyX ARC / Auto ativação inicial	-9,48523	4,85467	0,5148	-24,2904	5,3199
	PRESS / RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	-,99258	3,75392	1,0000	-12,4292	10,4440
	PRESS / RelyX U200 / Auto ativação inicial	-16,02033	5,56560	0,0809	-33,0170	,9764
	PRESS / RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	-8,19227	5,02884	0,7324	-23,5304	7,1459
CAD / RelyX U200 / Auto ativação inicial	CAD / RelyX ARC / Auto ativação inicial	-10,01277	2,50878	0,0019	-17,6484	-2,3771
	CAD / RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	-9,09410	2,58251	0,0110	-16,9543	-1,2339
	CAD / RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	-,33910	2,54764	1,0000	-8,0931	7,4149
	PRESS / RelyX ARC / Auto ativação inicial	-18,57934	4,79677	0,0032	-33,2115	-3,9472
	PRESS / RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	-10,08668	3,67873	0,1134	-21,2971	1,1238
	PRESS / RelyX U200 / Auto ativação inicial	-25,11444	5,51517	0,0002	-41,9613	-8,2676
	PRESS / RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	-17,28637	4,97296	0,0133	-32,4577	-2,1150
CAD / RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	CAD / RelyX ARC / Auto ativação inicial	-9,67367	2,58340	0,0049	-17,5364	-1,8109
	CAD / RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	-8,75500	2,65506	0,0231	-16,8358	,6742
	CAD / RelyX U200 / Auto ativação inicial	-,33910	2,54764	1,0000	-7,4149	8,0931
	PRESS / RelyX ARC / Auto ativação inicial	-18,24023	4,83622	0,0047	-32,9902	-3,4903
	PRESS / RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	-9,74758	3,73002	0,1541	-21,1122	1,6171
	PRESS / RelyX U200 / Auto ativação inicial	-24,77533	5,54951	0,0003	-41,7242	-7,8265
	PRESS / RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	-16,94727	5,01102	0,0181	-32,2322	-1,6623
PRESS / RelyX ARC / Auto ativação inicial	CAD / RelyX ARC / Auto ativação inicial	8,56656	4,81586	0,6349	-6,1226	23,2557
	CAD / RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	9,48523	4,85467	0,5148	-5,3199	24,2904
	CAD / RelyX U200 / Auto ativação inicial	18,57934	4,79677	0,0032	3,9472	33,2115
	CAD / RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	18,24023	4,83622	0,0047	3,4903	32,9902
	PRESS / RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	8,49266	5,51648	0,7856	-8,3038	25,2892
	PRESS / RelyX U200 / Auto ativação inicial	-6,53510	6,87863	0,9808	-27,4811	14,4109
	PRESS / RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	1,29297	6,45204	1,0000	-18,3443	20,9303
PRESS / RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	CAD / RelyX ARC / Auto ativação inicial	,07391	3,70358	1,0000	-11,2113	11,3591
	CAD / RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	,99258	3,75392	1,0000	-10,4440	12,4292
	CAD / RelyX U200 / Auto ativação inicial	10,08668	3,67873	0,1134	-1,1238	21,2971
	CAD / RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	9,74758	3,73002	0,1541	-1,6171	21,1122
	PRESS / RelyX ARC / Auto ativação inicial	-8,49266	5,51648	0,7856	-25,2892	8,3038
	PRESS / RelyX U200 / Auto ativação inicial	-15,02776	6,15139	0,2239	-33,7772	3,7216
	PRESS / RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	-7,19969	5,67036	0,9096	-24,4665	10,0671
PRESS / RelyX U200 / Auto ativação inicial	CAD / RelyX ARC / Auto ativação inicial	15,10166	5,53178	0,1181	-1,7945	31,9978
	CAD / RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	16,02033	5,56560	0,0809	,9764	33,0170
	CAD / RelyX U200 / Auto ativação inicial	25,11444	5,51517	0,0002	8,2676	41,9613
	CAD / RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	24,77533	5,54951	0,0003	7,8265	41,7242
	PRESS / RelyX ARC / Auto ativação inicial	6,53510	6,87863	0,9808	-14,4109	27,4811
	PRESS / RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	15,02776	6,15139	0,2239	-3,7216	33,7772
	PRESS / RelyX U200 / Auto ativação inicial	7,82807	7,00264	0,9528	-13,4940	29,1501
PRESS / RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	CAD / RelyX ARC / Auto ativação inicial	7,27359	4,99138	0,8294	-7,9527	22,4999
	CAD / RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	8,19227	5,02884	0,7324	-7,1459	23,5304
	CAD / RelyX U200 / Auto ativação inicial	17,28637	4,97296	0,0133	2,1150	32,4577
	CAD / RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	16,94727	5,01102	0,0181	1,6623	32,2322
	PRESS / RelyX ARC / Auto ativação inicial	-1,29297	6,45204	1,0000	-20,9303	18,3443
	PRESS / RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	7,19969	5,67036	0,9096	-10,0671	24,4665
	PRESS / RelyX U200 / Auto ativação inicial	-7,82807	7,00264	0,9528	-29,1501	13,4940

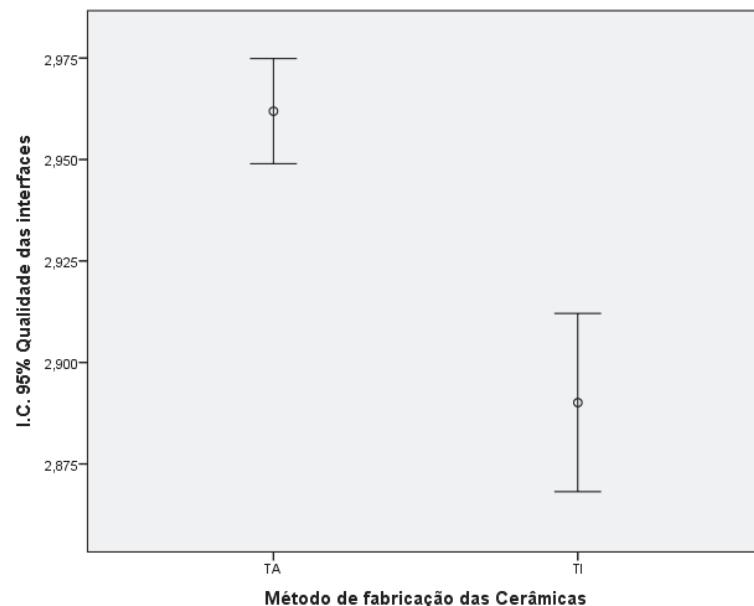
*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



ANÁLISE DA VARIÁVEL QUALIDADE DAS INTERFACES								
DescripPRESSves								
Qualidade das interfaces	N	Mean	Std. DeviaPRESSon	Std. Error	Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
CAD	1024	2,96	.211	,007	2,95	2,97	1	3
PRESS	992	2,89	.352	,011	2,87	2,91	1	3
Total	2016	2,93	.291	,006	2,91	2,94	1	3

Mann-Whitney Test				
Ranks				
Método de fabricação das Cerâmicas	N	Mean Rank	Sum of Ranks	
Qualidade das interfaces	CAD	1024	1039,58	1064531,50
	PRESS	992	976,42	968604,50
	Total	2016		

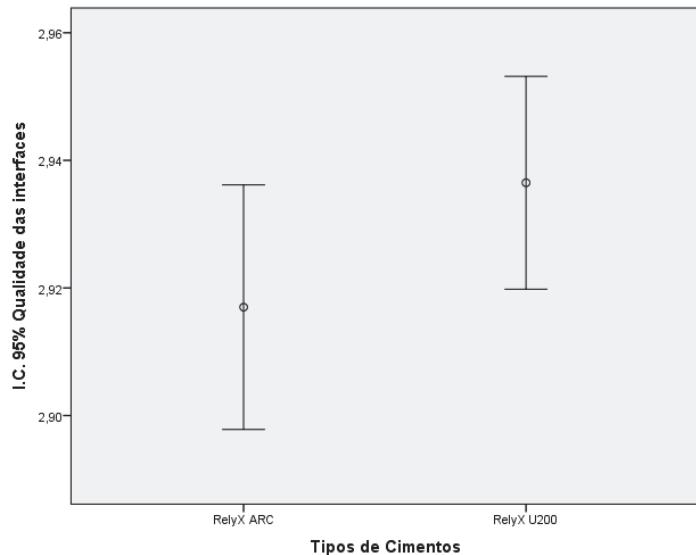
Test SCADPRESSsPRESScsa	
	Qualidade das interfaces
Mann-Whitney U	476076,500
Z	-5,704
Valor p	0,00000
a. Grouping Variable: Método de fabricação das Cerâmicas	



Mann-Whitney Test				
Ranks				
Tipos de Cimentos	N	Mean Rank	Sum of Ranks	
Qualidade das interfaces				
RelyX ARC	1024	1001,07	1025092,50	
RelyX U200	992	1016,17	1008043,50	
Total	2016			

DescripPRESSves								
Qualidade das interfaces	N	Mean	Std. DeviaPRESSon	Std. Error	Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
RelyX ARC	1024	2,92	,313	,010	2,90	2,94	1	3
RelyX U200	992	2,94	,268	,008	2,92	2,95	1	3
Total	2016	2,93	,291	,006	2,91	2,94	1	3

Test SCADPRESSsPRESScsa	
	Qualidade das interfaces
Mann-Whitney U	500292,500
Z	-1,364
Valor p	0,17255
a. Grouping Variable: Tipos de Cimentos	

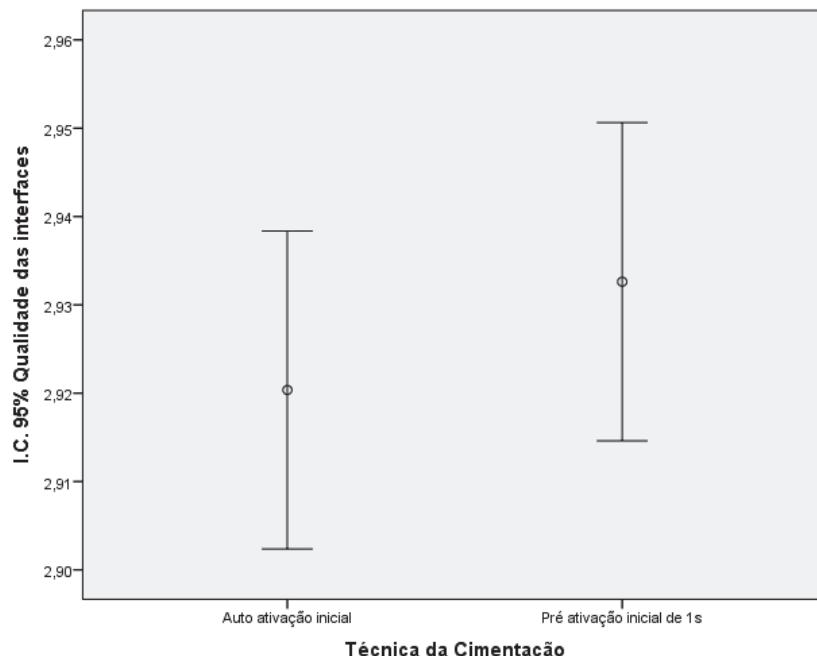


DescripPRESSves								
Qualidade das interfaces	N	Mean	Std. DeviaPRESSon	Std. Error	Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Auto ativação inicial	992	2,92	.289	,009	2,90	2,94	1	3
Pré ativação inicial de 1s	1024	2,93	.294	,009	2,91	2,95	1	3
Total	2016	2,93	.291	,006	2,91	2,94	1	3

Mann-Whitney Test				
Ranks				
Técnica da Cimentação	N	Mean Rank	Sum of Ranks	
Qualidade das interfaces	Auto ativação inicial	992	999,11	991117,50
	Pré ativação inicial de 1s	1024	1017,60	1042018,50
	Total	2016		

Test SCADPRESSsPRESScsa	
	Qualidade das interfaces
Mann-Whitney U	498589,500
Z	-1,669
Valor p	0,09507

a. Grouping Variable: Técnica da Cimentação



DescripPRESSves								
Qualidade das interfaces	N	Mean	Std. DeviaPRESSon	Std. Error	Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
CAD / RelyX ARC	512	2.95	.246	.011	2.93	2.97	1	3
CAD / RelyX U200	512	2.97	.169	.007	2.96	2.99	2	3
PRESS / RelyX ARC	512	2.88	.364	.016	2.85	2.91	1	3
PRESS / RelyX U200	480	2.90	.339	.015	2.87	2.93	1	3
Total	2016	2.93	.291	.006	2.91	2.94	1	3

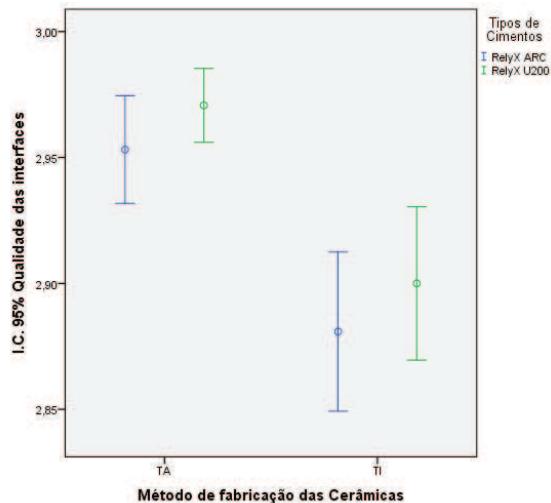
Kruskal-Wallis Test

Ranks

Método de fabricação das Cerâmicas x Tipos de Cimentos	N	Mean Rank
Espessura da linha de cimento (µm)	512	103
CAD / RelyX ARC	512	4,4
CAD / RelyX U200	512	104
PRESS / RelyX ARC	512	4,7
PRESS / RelyX U200	480	,69
Total	2016	985,73

Test SCADPRESSsPRESScsa,b	
	Espessura da linha de cimento (μm)
Chi-Square	28,965
df	3
Valor p	0,00000
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: Método de fabricação das Cerâmicas x Tipos de	

COMPARAÇÕES MULPRESSPLAS NÃO PARAMÉTRICAS DE DUNN				
	CAD / RelyX ARC	CAD / RelyX U200	PRESS / RelyX ARC	PRESS / RelyX U200
	R:1034,4	R:1044,7	R:967,69	R:985,73
CAD / RelyX ARC		1,000000	0,039139	0,042891
CAD / RelyX U200	1,000000		0,038139	0,040891
PRESS / RelyX ARC	0,039139	0,038139		1,000000
PRESS / RelyX U200	0,042891	0,040891	1,000000	



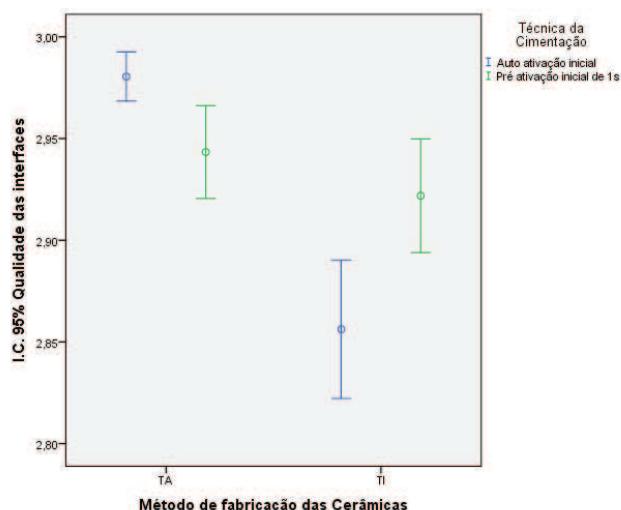
DescripPRESSves								
Qualidade das interfaces								
	N	Mean	Std. DeviaPRESSon	Std. Error	Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
CAD / Auto ativação inicial	512	2,98	,139	,006	2,97	2,99	2	3
CAD / Pré ativação inicial de 1s	512	2,94	,263	,012	2,92	2,97	1	3
PRESS / Auto ativação inicial	480	2,86	,380	,017	2,82	2,89	1	3
PRESS / Pré ativação inicial de 1s	512	2,92	,322	,014	2,89	2,95	1	3
Total	2016	2,93	,291	,006	2,91	2,94	1	3

Ranks			
Método de fabricação das Cerâmicas x Técnica da Cimentação		N	Mean Rank
Espessura da linha de cimento (μm)	CAD / Auto ativação inicial	512	1054,50
	CAD / Pré ativação inicial de 1s	512	1024,70
	PRESS / Auto ativação inicial	480	940,05
	PRESS / Pré ativação inicial de 1s	512	1010,50
	Total	2016	

Test SCADPRESSsPRESScsa,b	
	Espessura da linha de cimento (μm)
Chi-Square	29,489
df	3
Valor p	0,00000

b. Grouping Variable: Método de fabricação das Cerâmicas x Técnica da

COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS NÃO PARAMÉTRICAS DE DUNN				
	CAD / Auto ativação inicial	CAD / Pré ativação inicial de 1s	PRESS / Auto ativação inicial	PRESS / Pré ativação inicial de 1s
	R:1054,5	R:1024,7	R:940,05	R:1010,5
CAD / Auto ativação inicial		0,166321	0,000008	0,006287
CAD / Pré ativação inicial de 1s	0,166321		0,000019	0,631447
PRESS / Auto ativação inicial	0,000008	0,000019		0,001933
PRESS / Pré ativação inicial de 1s	0,006287	0,631447	0,001933	



Descrição das interfaces								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
RelyX ARC / Auto ativação inicial	512	2,90	,331	,015	2,87	2,93	1	3
RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	512	2,93	,293	,013	2,91	2,96	1	3
RelyX U200 / Auto ativação inicial	512	2,94	,247	,011	2,92	2,96	1	3
RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	480	2,93	,288	,013	2,91	2,96	1	3
Total	2016	2,93	,291	,006	2,91	2,94	1	3

Kruskal-Wallis Test

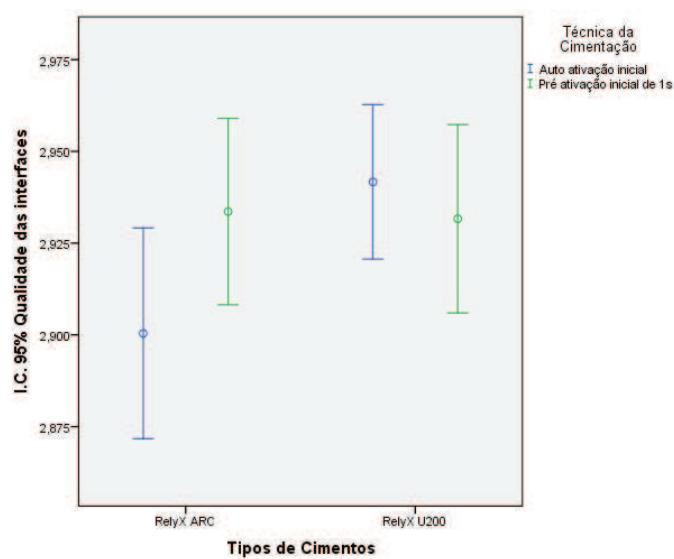
Ranks		
Tipos de Cimentos x Técnica da Cimentação	N	Mean Rank
Espessura da linha de cimento (μm)	RelyX ARC / Auto ativação inicial	512
	RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	512
	RelyX U200 / Auto ativação inicial	512
	RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	480
	Total	2016

Test SCADPRESSsPRESScsa,b

	Espessura da linha de cimento (μm)
Chi-Square	6,951
df	3
Valor p	0,07369

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Tipos de Cimentos x Técnica da Cimentação

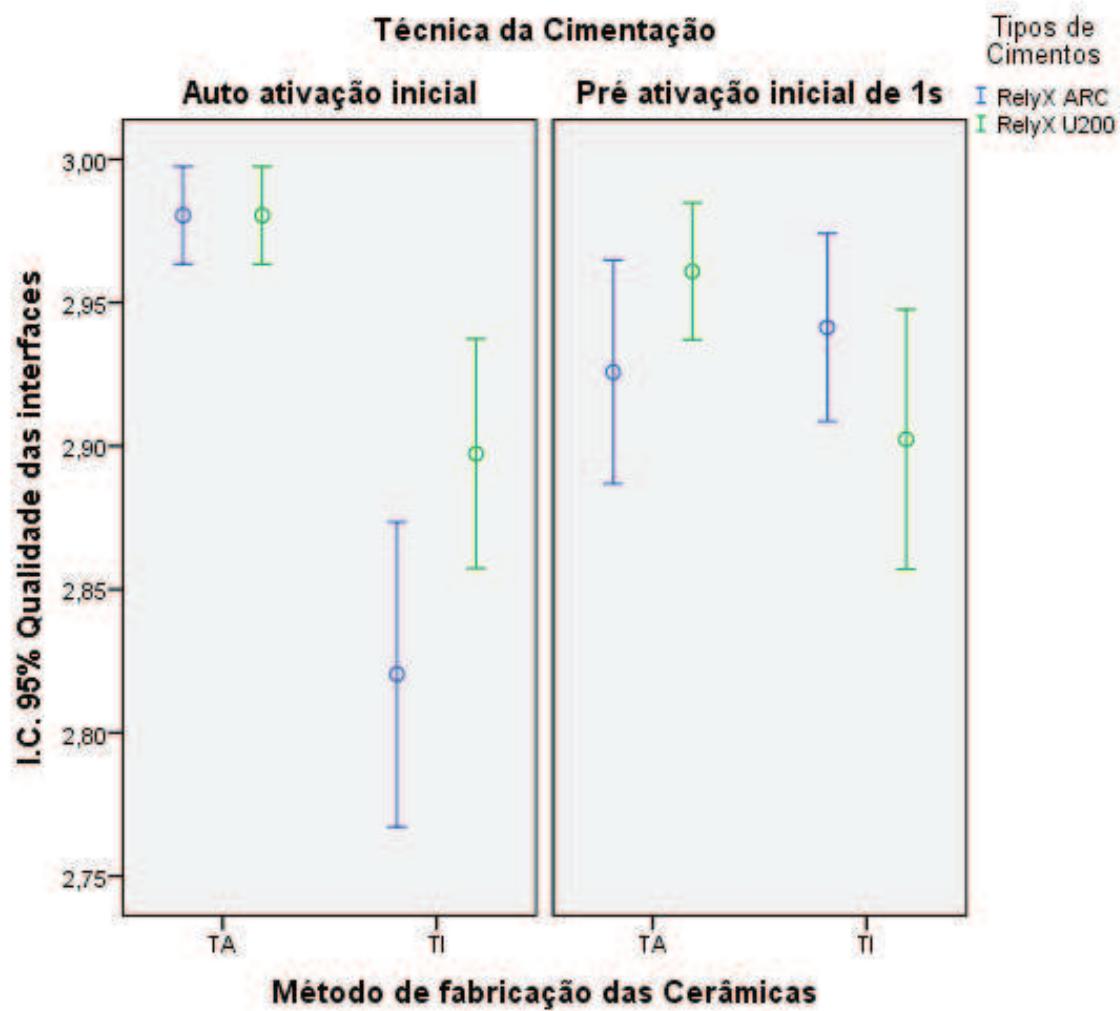


Descrição das interfaces								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					2,96	3,00	2	3
CAD / RelyX ARC / Auto ativação inicial	256	2,98	0,14	,009	2,96	3,00	2	3
CAD / RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	256	2,93	0,32	,020	2,89	2,96	1	3
CAD / RelyX U200 / Auto ativação inicial	256	2,98	0,14	,009	2,96	3,00	2	3
CAD / RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	256	2,96	0,19	,012	2,94	2,98	2	3
PRESS / RelyX ARC / Auto ativação inicial	256	2,82	0,43	,027	2,77	2,87	1	3
PRESS / RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	256	2,94	0,27	,017	2,91	2,97	1	3
PRESS / RelyX U200 / Auto ativação inicial	224	2,90	0,30	,020	2,86	2,94	2	3
PRESS / RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	256	2,90	0,37	,023	2,86	2,95	1	3
Total	2016	2,93	0,29	,006	2,91	2,94	1	3

Kruskal-Wallis Test			
Ranks			
Cimentação	N	Mean Rank	
Espessura da linha de cimento (μm)			
CAD / RelyX ARC / Auto ativação inicial	256	1054,5	
CAD / RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	256	1014,4	
CAD / RelyX U200 / Auto ativação inicial	256	1054,5	
CAD / RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	256	1035	
PRESS / RelyX ARC / Auto ativação inicial	256	912,64	
PRESS / RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	256	1022,7	
PRESS / RelyX U200 / Auto ativação inicial	224	971,37	
PRESS / RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	256	998,28	
Total	2016		

Test SCADPRESSsPRESScsa,b	
	Espessura da linha de cimento (μm)
Chi-Square	32,229
df	7
Valor p	0,00004
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: Método de fabricação das Cerâmicas x Tipos de Cimentos x Técnica da Cimentação	

COMPARAÇÕES MULPRESSPLAS NÃO PARAMÉTRICAS DE DUNN								
	CAD / RelyX ARC / Auto ativação inicial	CAD / RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	CAD / RelyX U200 / Auto ativação inicial	CAD / RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	PRESS / RelyX ARC / Auto ativação inicial	PRESS / RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	PRESS / RelyX U200 / Auto ativação inicial	PRESS / RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s
	R:1054,5	R:1014,4	R:1054,5	R:1035,0	R:912,64	R:1022,7	R:971,37	R:998,28
CAD / RelyX ARC / Auto ativação inicial		0,381650	1,000000	0,994664	0,000032	0,787529	0,033849	0,044063
CAD / RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	0,381650		0,381650	0,865264	0,000886	0,998700	0,960742	0,984036
CAD / RelyX U200 / Auto ativação inicial	1,000000	0,381650		0,994664	0,000032	0,787529	0,033849	0,044063
CAD / RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	0,994664	0,865264	0,994664		0,000033	0,994664	0,232433	0,290530
PRESS / RelyX ARC / Auto ativação inicial	0,000032	0,000886	0,000032	0,000033		0,000080	0,067318	0,057423
PRESS / RelyX ARC / Pré ativação inicial de 1s	0,787529	0,998700	0,787529	0,994664	0,000080		0,703242	0,787529
PRESS / RelyX U200 / Auto ativação inicial	0,033849	0,960742	0,033849	0,232433	0,067318	0,703242		1,000000
PRESS / RelyX U200 / Pré ativação inicial de 1s	0,044063	0,984036	0,044063	0,290530	0,057423	0,787529	1,000000	



		CorrelaPRESSons			
				Espessura da linha de cimento (μm)	Qualidade das interfaces
Spearman's rho	Espessura da linha de cimento (μm)	CorrelaPRESSon Coefficient		1,000	-,277
		Valor p (2-CADiled)			,000
		N		2016	2016
		Qualidade das interfaces	CorrelaPRESSon Coefficient	-,277**	1,000
		Valor p (2-CADiled)		,000	
		N		2016	2016

**. CorrelaPRESSon is significant at the 0.01 level (2-CADiled).

O coeficiente de correlação de Spearman mede o grau de associação entre as duas variáveis:						
0,00 ----- 0,30 - Fraca						
0,30 ----- 0,60 - Regular						
0,60 ----- 0,90 - Forte						
0,90 ----- 1,00 - Muito Forte						
BioesCADtísPRESSca: Princípios e aplicações - Sídia Callegari-Jacques. Artmed. 2003. 256 p.						
Observa-se correlação negaPRESSva e fraca ($r=-0,277$) entre Espessura da linha de cimento e a Qualidade das interfaces						

Normas para publicação

Normas para publicação-operative dentistry

Operative Dentistry requires electronic submission of all manuscripts. All submissions must be sent to Operative Dentistry using the [Allen Track upload site](#). Your manuscript will only be considered officially submitted after it has been approved through our initial quality control check, and any problems have been fixed. You will have 6 days from when you start the process to submit and approve the manuscript. After the 6 day limit, if you have not finished the submission, your submission will be removed from the server. You are still able to submit the manuscript, but you must start from the beginning. Be prepared to submit the following manuscript files in your upload:

- A Laboratory or Clinical Research Manuscript file must include:
 - A title
 - A running (short) title
 - A clinicalrelevancestatement
 - A concisesummary (abstract)
 - introduction, methods & materials, results, discussion and conclusion
 - references (seeBelow)
 - The manuscript **MUST NOT** include any:
 - identifyinginformationsuch as:
 - Authors
 - Acknowledgements
 - Correspondenceinformation
 - Figures
 - Graphs
 - Tables
- An acknowledgement, disclaimer and/or recognition of support (if applicable) must in a separate file and uploaded as supplemental material.
- All figures, illustrations, graphs and tables must also be provided as individual files. These should be high resolution images, which are used by the editor in the actual typesetting of your manuscript. Please refertotheinstructionsbelow for acceptableformats.
- All other manuscript types use this template, with the appropriate changes as listed below.

Complete the online form which includes complete author information and select the files you would like to send to Operative Dentistry. Manuscripts that do not meet our formatting and data requirements listed below will be sent back to the corresponding author for correction.

GENERAL INFORMATION

- All materials submitted for publication must be submitted exclusively to Operative Dentistry.
- The editor reserves the right to make literary corrections.
- Currently, color will be provided at no cost to the author if the editor deems it essential to the manuscript. However, we reserve the right to convert to gray scale if color does not contribute significantly to the quality and/or information content of the paper.
- The author(s) retain(s) the right to formally withdraw the paper from consideration and/or publication if they disagree with editorial decisions.
- International authors whose native language is not English must have their work reviewed by a native English speaker prior to submission.
- Spelling must conform to the American Heritage Dictionary of the English Language, and SI units for scientific measurement are preferred.
- While we do not currently have limitations on the length of manuscripts, we expect papers to be concise; Authors are also encouraged to be selective in their use of figures and tables, using only those that contribute significantly to the understanding of the research.
- Acknowledgement of receipt is sent automatically. If you do not receive such an acknowledgement, please contact us at editor@jopdent.org rather than resending your paper.
- **IMPORTANT:** Please add our e-mail address to your address book on your server to prevent transmission problems from spam and other filters. Also make sure that your server will accept larger file sizes. This is particularly important since we send page-proofs for review and correction as .pdf files.

REQUIREMENTS

• FOR ALL MANUSCRIPTS

1. **CORRESPONDING AUTHOR** must provide a WORKING / VALID e-mail address which will be used for all communication with the journal.
NOTE: Corresponding authors MUST update their profile if their e-mail or postal address changes. If we cannot contact authors within seven days, their manuscript will be removed from our publication queue.

2. **AUTHOR INFORMATION** must include:

- fullnameofallauthors
- complete mailing address for each author
- degrees (e.g. DDS, DMD, PhD)
- affiliation (e.g. Department of Dental Materials, School of Dentistry, University of Michigan)

3. **MENTION OF COMMERCIAL PRODUCTS/EQUIPMENT** must include:

- fullnameofproduct
- fullnameofmanufacturer
- city, state and/or country of manufacturer

4. **MANUSCRIPTS AND TABLES** must be provided as Word files. Please limit size of tables to no more than one US letter sized page. (8 ½ " x 11")
5. **ILLUSTRATIONS, GRAPHS AND FIGURES** must be provided as TIFF or JPEG files with the following parameters
 - line art (and tables that are submitted as a graphic) must be sized at approximately 5" x 7" and have a resolution of 1200 dpi.
 - gray scale/black & white figures must have a minimum size of 3.5" x 5", and a maximum size of 5" x 7" and a minimum resolution of 300 dpi and a maximum of 400 dpi
 - color figures must have a minimum size of 2.5" x 3.5", and a maximum size of 3.5" x 5" and a minimum resolution of 300 dpi and a maximum of 400 dpi.
 - color photographs must be sized at approximately 3.5" x 5" and have a resolution of 300 dpi.

- **OTHER MANUSCRIPT TYPES**

1. **CLINICAL TECHNIQUE/CASE STUDY MANUSCRIPTS** must include:

- a running (short) title
- purpose
- description of technique
- list of materials used
- potential problems
- summary of advantages and disadvantages
- references (see below)

2. **LITERATURE AND BOOK REVIEW MANUSCRIPTS** must include:

- a running (short) title
- a clinical relevance statement based on the conclusions of the review
- conclusions based on the literature review...without this, the review is just an exercise
- references (see below)

- **FOR REFERENCES**

REFERENCES must be numbered (superscripted numbers) consecutively as they appear in the text and, where applicable, they should appear after punctuation.

The reference list should be arranged in numeric sequence at the end of the manuscript and should include:

1. Author(s) last name(s) and initial (ALL AUTHORS must be listed) followed by the date of publication in parentheses.
2. Full article title.
3. Full journal name in italics (no abbreviations), volume and issue numbers and first and last page numbers complete (i.e. 163-168 NOT attenuated 163-68).

4. Abstracts should be avoided when possible but, if used, must include the above plus the abstract number and page number.

5. Book chapters must include chapter title, book title in italics, editors' names (if appropriate), name of publisher and publishing address.

6. Websites may be used as references, but must include the date (day, month and year) accessed for the information.

7. Papers in the course of publication should only be entered in the references if they have been accepted for publication by a journal and then given in the standard manner with "In press" following the journal name.

8. **DO NOT** include unpublished data or personal communications in the reference list. Cite such references parenthetically in the text and include a date.

EXAMPLES OF REFERENCE STYLE

- Journal article: two authors Evans DB & Neme AM (1999) Shear bond strength of composite resin and amalgam adhesive systems to dentin *American Journal of Dentistry* **12(1)** 19-25.
- Journal article: multiple authors Eick JD, Gwinnett AJ, Pashley DH & Robinson SJ (1997) Current concepts on adhesion to dentin *Critical Review of Oral and Biological Medicine* **8(3)** 306-335.
- Journal article: special issue supplement an Meerbeek B, Vargas M, Inoue S, Yoshida Y, Peumans M, Lambrechts P & Vanherle G (2001) Adhesives and cements to promote preservation dentistry *Operative Dentistry (Supplement 6)* 119-144.
- Abstract:
Yoshida Y, Van Meerbeek B, Okazaki M, Shintani H & Suzuki K (2003) Comparative study on adhesive performance of functional monomers *Journal of Dental Research* **82(Special Issue B)** Abstract #0051 p B-19.
- Corporate publication: ISO-Standards (1997) ISO 4287 Geometrical Product Specifications Surface texture: Profile method – Terms, definitions and surface texture parameters Geneve: *International Organization for Standardization 1st edition* 1-25.
- Book: single author Mount GJ (1990) *An Atlas of Glass-ionomer Cements* Martin Duntz Ltd, London.
- Book: two authors Nakabayashi N & Pashley DH (1998) *Hybridization of Dental Hard Tissues* Quintessence Publishing, Tokyo.
- Book: chapter Hilton TJ (1996) Direct posterior composite restorations In: Schwartz RS, Summitt JB, Robbins JW (eds) *Fundamentals of Operative Dentistry* Quintessence, Chicago 207-228.
- Website: single author Carlson L (2003) Web site evolution; Retrieved online July 23, 2003 from: <http://www.d.umn.edu/~lcarlson/cms/evolution.html>
 - Website: corporate publication National Association of Social Workers (2000) NASW Practice research survey 2000. NASW Practice Research Network, 1. 3. Retrieved online September 8, 2003 from: <http://www.socialworkers.org/naswprn/default>