

Natalia Fiuza Coelho Neta

**INFLUÊNCIA DA RESINA PRÉ-AQUECIDA NA RESISTÊNCIA
DA CERÂMICA FELDSPÁTICA.**

Florianópolis
2018

Natalia Fiuza Coelho Neta

**INFLUÊNCIA DA RESINA PRÉ-AQUECIDA NA RESISTÊNCIA
DA CERÂMICA FELDSPÁTICA.**

Dissertação submetida ao Programa de
Pós-Graduação em Odontologia da
Universidade Federal de Santa Catarina
para a obtenção do Grau de mestre em
Clínica Odontológica

Orientadora: Prof^a.Dr^a. Renata Gondo
Machado

Coorientador: Prof. Dr. Rafael Ratto de
Moraes

Florianópolis
2018

Fiuza Coelho Neta, Natalia

Influência da resina pré-aquecida na resistência da cerâmica feldspática / Natalia Fiuza Coelho Neta ; orientador, Renata Gondo Machado, coorientador, Rafael Ratto de Moraes, 2018.

81 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, , Programa de Pós-Graduação em , Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

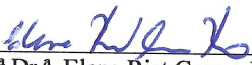
1. . 2. Resina pré-aquecida. 3. Resistência de materiais. 4. Cerâmicas feldspática. 5. Agentes de cimentação. I. Gondo Machado, Renata. II. Ratto de Moraes, Rafael . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em . IV. Título.

Natalia Fiuza Coelho Neta

**INFLUÊNCIA DA RESINA PRÉ-AQUECIDA NA RESISTÊNCIA
DA CERÂMICA FELDSPÁTICA.**


Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Dentística Restauradora e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina

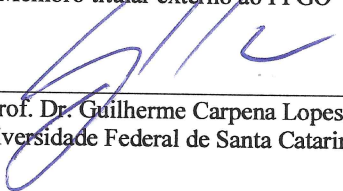
Florianópolis, 31 de julho de 2018.


Prof.^a Dr.^a Elena Riet Correa Riveiro,
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:


Prof.^a Dr.^a Renata Gondo Machado,
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina


Prof. Dr. Rafael Ratto de Moraes Dr.
Coorientador
Membro titular externo ao PPGO


Prof. Dr. Guilherme Carpena Lopes
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado a todos que de alguma forma caminharam junto comigo nesta etapa

AGRADECIMENTOS

À minha família,

Roque, Margarete e Arthur pelo carinho, amor e dedicação. Vocês são os meus maiores exemplos. Obrigado por estarem sempre apoiando meus sonhos.

Ao Eros,

Meu namorado, que sempre esteve ao meu lado, mesmo nos momentos em que não pude dar a atenção devida e merecida. Exemplo de profissionalismo e competência. Me inspiro em você. Obrigada pela compreensão e companheirismo.

Aos meus amigos,

Mesmo os de longe, sempre me apoiaram, incentivaram e que foram compreensivos com a minha ausência. Especialmente aos colegas de Pós-Graduação que estiveram próximos durante todo este período, pelo convívio, companheirismo.

Ao Renato Quirino Ramos,

Meu amigo, exemplo de pessoa e com caráter único. Obrigada por me permitir a convivência com você nestes dois anos. Para você dedico esta frase: “Uma amizade verdadeira não necessita de muitos encontros semanais ou conversas diárias. Enquanto a amizade vive em um coração, os verdadeiros amigos jamais se separarão”.

À Luiza Guerra,

Minha amiga, na qual me inspiro muito por ser uma pessoa de coração puro e verdadeiro. Obrigada pelo carinho e pelo companheirismo nesses dois anos. Tenho certeza que a distância também não atrapalhará nossa amizade.

À Franciele Floriani,

Minha amiga, desde a especialização criamos laços fortes de amizade. Parceira de vários momentos. Jamais esquecerei o quão acolhida fui por você aqui em Florianópolis. Obrigada por isso.

Aos meus professores da graduação da FURB,

Em especial Leandro Rodacki Baier e Stella Reinke, por sempre apoiarem e incentivarem a minha vida profissional e acadêmica. Vocês sempre estiveram nos meus pensamentos e coração.

À disciplina de Dentística,

Agradeço imensamente a todos os professores, pelos ensinamentos compartilhados, experiências e oportunidades proporcionadas. Pela atenção dada a mim e a todos os demais alunos. Agradeço especialmente ao professor Sylvio Monteiro Junior, tenho a honra de tê-lo como professor e amigo. Ao professor Guilherme Carpena Lopes, com suas críticas construtivas me fez evoluir cada dia mais, não só profissionalmente, mas também pessoalmente.

À minha orientadora,

Renata Gondo Machado, pela oportunidade de ser sua orientada, pelas experiências e confiança depositada em mim.

Aos alunos das disciplinas de Dentística,

Por todo aprendizado e pela oportunidade de aprender a ensinar durante as atividades de estágio.

À Universidade Federal de Pelotas,

Por abrirem as portas para realização dessa pesquisa. Especialmente ao Prof. Dr. Rafael Ratto de Moraes, por todo o apoio e atenção dado a mim e a esta pesquisa. À Fabiola Barbon, aluna de doutorado da UFPel, pessoa incomparável, de extrema competência. Serei eternamente grata a vocês.

À Universidade Federal de Santa Catarina,

E ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, por possibilitar a realização da Pós-Graduação nesta instituição. Aos funcionários da instituição, por seu trabalho e esforços para o adequado funcionamento da Universidade.

“Todos os seus sonhos podem se tornar realidade
se você tem coragem para persegui-los.
(Walter Elias Disney)

COELHO NETA, N.F. **INFLUÊNCIA DA RESINA PRÉ-AQUECIDA NA RESISTÊNCIA DA CERÂMICA FELDSPÁTICA.** Dissertação (Mestrado em Clínica Odontológica) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de diferentes agentes de cimentação pré-aquecidos na resistência de uma cerâmica feldspática, bem como comparar sua viscosidade, grau de conversão (GC), espessura de película e interface adesiva cerâmica/ agente de cimentação. Discos de cerâmica feldspática (Vitablocs Mark II, cor A1C; Vita Zahnfabrik) com 0,8 mm de espessura foram divididos aleatoriamente em grupos, de acordo com o agente de cimentação (n=30): G1: cimento resinoso fotopolimerizável RelyX Veneer (cor A1; 3M ESPE); G2: resina composta pré-aquecida Filtek Z100 (cor A1; 3M ESPE); G3: resina composta pré-aquecida Empress Direct (cor A1; Ivoclar Vivadent); G4: resina composta pré-aquecida Estelite Omega (cor A1; Tokuyama Dental); G5: Controle (sem agente de cimentação). Uma superfície de cada disco cerâmico foi condicionada com ácido fluorídrico a 10% (Condicionador de porcelanas; Dentsply Sirona), silanizadas (Agente de união Silano; Dentsply Sirona) e recoberta com o agente de cimentação referente ao grupo avaliado. G5 não recebeu nenhum tipo de tratamento. Todos os espécimes foram submetidos ao teste de resistência à flexão biaxial (σ_{fb}) (DL500; EMIC). A espessura de película foi avaliada comparando-se a espessura de cada disco cerâmico antes e após cimentação. GC dos agentes de cimentação foram avaliados por FTIR (n=3). Avaliou-se a viscosidade dos agentes de cimentação através de um reômetro (R/S Plus). As interfaces adesivas foram observadas em MEV (JEOL). Os dados foram submetidos a análise de variância unidirecional e ao teste post-hoc de Tukey ($\alpha=0,05$). A análise de Weibull foi realizada para avaliar σ_{fb} . Os valores de RFB foram significativamente superiores para G2 ($P<0,05$). O módulo de Weibull do G1 foi significativamente inferior ao G5 ($P<0,05$). Na posição axial $z=0$, houve diferença estatística ($P<0,05$), e G5 apresentou os maiores valores. Na posição axial $z=-t_2$, não houve diferença estatística ($P=0,161$). G1 apresentou menor espessura de película, seguido dos agentes de cimentação G2, G3 e G4. Todos os grupos apresentaram resultados semelhantes de GC. A viscosidade de todas as resinas compostas diminuiu significativamente após o

aquecimento. Diante dos resultados encontrados no presente estudo, os agentes de cimentação pré-aquecidos apresentaram características distintas entre si quando submetidos aos diferentes testes. A resina composta Filtek Z100 (G2) apresentou resultados satisfatórios, apresentando-se como uma opção para cimentação de cerâmicas feldspáticas.

Palavras-chave: Cerâmicas. Cimentação. Resistência de materiais.

ABSTRACT

The aim of this study was to assess the influence of difference luting agents on resistance of feldspathic ceramic and to compare their viscosity, degree of conversion (DC), film thickness and ceramic/luting agent interface. Feldspathic ceramic discs (Vitablocs Mark II, shade A1C; Vita Zahnfabrik) with 0.8 mm thick were randomly divided into groups according to the luting agent (n=30): G1. Light-polymerized resin cement RelyX Veneer (shade A1; 3M ESPE); G2. Pre-heated resin composite Filtek Z100 (shade A1; 3M ESPE); G3. Pre-heated resin composite Empress Direct (shade A1; Ivoclar Vivadent); G4. Pre-heated resin composite Estelite Omega (shade A1; Tokuyama Dental); G5. Control (with no luting agent). One surface of each disc was etched with 10% HF acid (Condicionador de Porcelans; Dentsply Sirona), silanized (Agente de união Silano; Dentsply Sirona), and the luting agent was applied accordingly to the studied group. G5 received no surface treatment. All specimens were submitted to biaxial flexural strength test (BFS) (DL500; EMIC). Film thickness was assessed by comparing the measurements of each specimen before and after cementation. DC of each luting agent was assessed with FTIR (n=3). A rheometer (R/S Plus) was used to evaluate viscosity of each luting agent. Ceramic/luting agent interfaces were observed under a SEM (JEOL). Data were analyzed with 1-way ANOVA and Tukey test ($\alpha=0.05$). Weibull analysis under was used to assess σ_{bf} . BFS values were significant higher for G2 ($P<0.05$). Weibull modulus for G1 was significantly lower than G5 ($P<0.05$). For $z=0$ there was statistical difference ($P<0.05$) and G5 showed the highest values. For $z=-t_2$ there was no statistical difference ($P=0.161$). G1 showed the lowest film thickness, followed by G2, G3 and G4. DC was similar between groups. Viscosity for all resin composites decreased significantly after the heating process. The resin composite Z100 (G2) could be the best for cementing feldspathic ceramics.

Keywords: Ceramics. Cementation. Material Resistance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A) Bloco cerâmico. B) Bloco cerâmico pós usinagem. C) Fatias cerâmicas.....	45
Figura 2 - Mensuração das fatias cerâmicas.....	45
Figura 3 - A) Aplicação do ácido fluorídrico a 10%. B) Espécime pós condicionamento ácido.....	46
Figura 4 - A) Aplicação de silano. B) Aplicação de adesivo.	46
Figura 5 - A) Resina composta no centro da fatia cerâmica. B) Dispositivo de aquecimento.....	46
Figura 6 - A) Extravasamento do agente de cimentação. B) Plataforma de carregamento.	46
Figura 7 - A) Remoção dos excessos. B) Fotoativação.....	47
Figura 8 - A) Cimento resinoso no centro da fatia cerâmica. B) Fotoativação.....	47
Figura 9 - Espécimes prontos pós cimentação	47
Figura 10 - Máquina de ensaios mecânicos (EMIC).....	51
Figura 11 -Espectrofotômetro.	52
Figura 12 - Gráfico da análise de Weibull para a posição axial $z=0$	57
Figura 13 - Gráfico da análise de Weibull para a posição axial $z=-t_2$	58
Figura 14 - Imagens de MEV das interfaces adesivas observadas sob aumento de $1000\times$ mostrando a interação dos agentes de cimentação com a cerâmica: RelyX Veneer a 25°C (A), Estelite Omega a 69°C (B), Empress Direct a 69°C (C) e Filtek Z100 a 69°C (D).....	61
Figura 15 - Gráfico de aquecimento (25°C a 69°C) e resfriamento (69°C a 25°C) das resinas compostas testadas. A linha vermelha indica a curva de aquecimento-resfriamento. Há aumento inicial da viscosidade, que passa a reduzir com o aumento da temperatura e no resfriamento, apresenta tendência de retorno à viscosidade inicial.....	63
Figura 16 - Análise de viscosidade dos agentes de cimentação em condição isotérmica a 25°C . Após aumento da viscosidade no início da análise, aos poucos houve redução da viscosidade e estabilização dos valores ao longo do tempo.	64

Figura 17 - Análise de viscosidade dos agentes de cimentação em condição isotérmica a 69°C.65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores dos Módulos de elasticidade e Coeficiente de Poisson dos materiais utilizados na pesquisa.....	50
Tabela 2 - Médias (intervalo de confiança 95%) para resistência à flexão biaxial (σ_{fb}), resistência característica (σ_0) e módulo de Weibull (m) para os diferentes grupos testados ($n=30$).....	56
Tabela 3 - Médias (intervalo de confiança 95%) para espessura de película ($n=30$).....	59
Tabela 4 - Médias (intervalo de confiança 95%) grau de conversão ($n=30$).....	59
Tabela 5 - Médias (desvio-padrão) para a viscosidade (Pa.s) dos diferentes materiais de cimentação na temperatura ambiente (25°C) e temperatura de aquecimento (69°C) ($n=16$).....	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MPa – Unidade de pressão (Mega Pascal)

Pa.s – Unidade de pressão (Pascal)

mm – Unidade de comprimento (Milímetros)

min – Unidade de tempo (minutos)

s – Unidade de tempo (segundos)

N – Unidade de Pressão – Carga Aplicada (Newton)

cm – Unidade de comprimento (centímetros)

ml – Unidade de volume – mililitro

Pa.s – Unidade de pressão (Pascal)

Wt% – percentual em peso

Vol% – percentual em volume

µm – Unidade de comprimento (Micrômetro)

G1– Grupo 1

G2 – Grupos 2

G3 – Grupo 3

G4 – Grupo 4

RBF – Resistência a flexão

MEV – Microscópio Eletrônica de Varredura

EMIC – Máquina de ensaios mecânicos

FTIR – Espectrofotômetro com Infravermelho com Transformada de Fourier

LED – Luz Emitida por Diodo

IC – Intervalo de Confiança

DC – Grau de conversão

°C – Unidade de temperatura (Graus Celsius)

TEGDMA – Trietileno glicol dimetacrilato

BisGMA – Bisfenol glicidil metacrilato

SiC – Carbetto de silício

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

LISTA DE SÍMBOLOS

% – Porcentagem

°C – Unidade de tempo (Graus Celsius)

σ_{bf} – Resistência a flexão biaxial

σ_0 – Resistência característica

m – Módulo de Weibull

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	33
2	OBJETIVOS.....	36
2.1	OBJETIVO GERAL	36
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	36
3	HIPÓTESE	38
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	40
4.1	Materiais	40
4.1.1	Seleção dos Materiais.....	41
4.2	Preparo dos espécimes para o teste de resistência a flexão	42
4.3	RESISTÊNCIA A FLEXÃO BIAxIAL	48
4.4	ANÁLISE DA ESPESSURA DE PELÍCULA	51
4.5	GRAU DE CONVERSÃO.....	51
4.6	MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV).....	52
4.7	ANÁLISE DA VISCOSIDADE	53
4.8	ANÁLISE ESTATÍSTICA	54
5	RESULTADOS	55
5.1	RESISTÊNCIA À FLEXÃO BIAxIAL	55
5.2	ESPESSURA DE PELÍCULA.....	58
5.3	GRAU DE CONVERSÃO.....	59
5.4	ANÁLISE DA INTERFACE.....	59
5.5	VISCOSIDADE	61
6	DISCUSSÃO.....	67
7	CONCLUSÃO.....	73
	REFERÊNCIAS.....	75

1 INTRODUÇÃO

Cerâmicas feldspáticas estão disponíveis para confecção de restaurações indiretas. (PEUMANS et al., 2004, FRADEANI, REDEMAGNI, CORRADO, 2005; RASHID et al., 2016). Este sistema cerâmico é bastante utilizado para confecção de facetas em dentes anteriores devido às suas excelentes propriedades estéticas atribuídas à sua composição. (VARGAS, 2002; FASBINDER, 2002) Porém, devido ao alto conteúdo de fase vítrea, possuem maior fragilidade (VARGAS, 2002; FASBINDER, 2002; CONRAD; SEONG; PESUN, 2007; GUESS et al., 2011). Para reforçá-la e melhorar o seu desempenho clínico, cimentos à base de resina são utilizados para sua cimentação. (RONSENTIEL et al., 1993; CALAMIA, CALAMIA, 2007; CHULING et al., 2014; ADDISON, MARQUIS, FLEMING, 2008). Acredita-se que o reforço conferido à cerâmica ocorra através da infiltração do agente cimentante nas rugosidades superficiais obtidas após o condicionamento ácido fluorídrico (MARQUIS, 1992) e pelo selamento de trincas superficiais pela contração de polimerização promovido pelo mesmo (NATHANSON, 1993, NAVES et al, 2010; FLEMING et al., 2006). Também é sugerido na literatura que o módulo de elasticidade o agente de cimentação possa influenciar neste reforço (ADDISON, MARQUIS, FLEMING, 2007, SPAZZIN et al., 2017)

Como opção para cimentação de facetas de cerâmica, encontram-se os cimentos resinosos fotopolimerizáveis (FILHO, DE SOUZA, 2005; PEGORARO et al., 2007). Estes oferecem vantagens, pois apresentam como característica: maior tempo de trabalho, formação de película com espessura reduzida, estabilidade de cor, ampla disponibilidade de cor e disponibilidade de pastas de prova (HILL, 2007). A literatura também sugere que a quantidade de carga inorgânica do material resinoso possa contribuir no reforço mecânico da cerâmica (BABU et al., 2012, SPAZZIN et al., 2016). Portanto, tendo em vista que os cimentos resinosos fotopolimerizáveis apresentam menores percentuais de carga inorgânica na sua composição quando comparado com outros compósitos resinosos (DE KEE 1994; BABU et al., 2012; JASSÉ et al., 2013), o uso de resinas compostas convencionais com quantidade de partículas de carga elevada, vem sendo recomendada como agente de cimentação para restaurações cerâmicas (MAGNE, KNEZEVIC, 2009; ARHEGAS et al., 2011; D'ARCANGELO et al., 2012; ALMEIDA et al., 2015).

No entanto, as resinas compostas convencionais apresentam-se mais viscosas (LEE, UM, LEE, 2006) o que pode culminar no aumento da espessura de película do material, além de dificultar a adaptação da

restauração (BOENING et al., 2000; LIU et al., 2008; REICH., 2008; DA COSTA et al., 2009) Tal aspecto poderia limitar a penetração do material nas retenções criadas pelo tratamento de superfície, podendo originar falhas na restauração (BEUN et al. 2009). Por isso, o aquecimento das resinas compostas seria uma alternativa para diminuição dessa viscosidade durante o processo de cimentação (FRÓES SALGADO et al., 2010; DOS SANTOS et al., 2011; RICKMAN; PEDIPATVUTHIKUL; CHEE, 2011). Pesquisas recentes vêm avaliando o efeito da temperatura sobre a viscosidade, grau de conversão, e as propriedades mecânicas das resinas compostas convencionais (DEB, 2010; KRAMER, 2011; AL-AHDAL et al., 2014). Nas avaliações de viscosidade das resinas submetidas ao pré-aquecimento, pode-se observar uma redução considerável da viscosidade, refletindo na diminuição de incorporação de vazios interfaciais nas margens das restaurações (LUCEY., et al 2010; WAGNER et al., 2018). Para a conversão de monômeros, foi constatado um aumento significativo quando a resina é pré-aquecida (DARONCH et al., 2005; LOHBAUER et al., 2008), essa condição permite uma redução da duração da exposição à luz, de 50% a 75% em comparação com resinas à temperatura ambiente (TRUJILLO et al., 2004, DARONCH et al., 2006). O aumento do grau de conversão é benéfico, pois se traduz em melhorias nas propriedades mecânicas do material, como por exemplo, nos valores de dureza superficial, refletindo em maior resistência ao desgaste (LUCEY et al., 2010, NADA et al., 2011).

Quanto ao comportamento mecânico dos compósitos restauradores pré-aquecidos para cimentação, esse mostrou-se superior aos cimentos resinosos em pesquisas recentes (GRESNIGHT et al., 2017). A resistência a flexão e a tração também foram observadas, e revelaram melhoras significativas quando vitrocêramicas foram cimentadas com resina composta pré-aquecidas (KRAMER, EDELHOFF, STAWARCZYK, 2011; NADA et al., 2011; D' AMARIO et a., 2015). Para este fim, ensaios mecânicos são aplicados para avaliação dos comportamentos físicos mecânicos dos materiais odontológicos, tais como as cerâmicas. (FLEMING et al., 2006; HUANG, HSUEH, 2011; FLEMING; HOOL, ADDISON; 2012;)

Porém atualmente existe uma ampla variedade de resinas compostas disponíveis no mercado odontológico que podem ser utilizadas como agentes de cimentação de cerâmicas feldspáticas quando pré-aquecidas. Essas resinas são diferenciadas pelas variações nas suas composições químicas (BLALOCK et al., 2006), por esse motivo esperase encontrar diferenças nas suas propriedades reológicas e mecânicas quando submetidas a temperaturas elevadas (KRAMER, EDELHOFF,

STAWARCZYK, 2011). Entretanto até o presente momento não está claro nos estudos indexados como a seleção de diferentes resinas compostas poderia influenciar na resistência do conjunto cerâmica-agente de cimentação.

Desta forma, este estudo teve por objetivo avaliar a influência de três diferentes resinas compostas pré-aquecidas, utilizadas como agente de cimentação, na resistência à flexão biaxial de uma cerâmica feldspática. Adicionalmente, foram realizadas análises de viscosidade, grau de conversão e espessura de película dos diferentes materiais pré-aquecidos utilizados como agente de cimentação, bem como a morfologia da interface cimento-cerâmica.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência de diferentes resinas compostas pré-aquecidas na resistência da cerâmica feldspática.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i. Avaliar a resistência à flexão biaxial da cerâmica feldspática promovida pelos diferentes agentes de cimentação – resinas compostas convencionais submetidas ao pré-aquecimento Filtek Z100 (3M ESPE); Empress Direct (Ivoclar Vivadent); Estelite Omega (Tokuyama Dental) comparadas com o cimento resinoso (RelyX Veneer)
- ii. Verificar a espessura da película da cimentação com os diferentes agentes de cimentação.
- iii. Mensurar o C=C das diferentes resinas compostas pré-aquecidas e do cimento resinoso utilizados nesse estudo;
- iv. Caracterizar a morfologia da interface adesiva do conjunto cerâmica-agente de cimentação, dos diferentes agentes de cimentação utilizados em microscopia eletrônica de varredura (MEV);
- v. Avaliar a viscosidade das diferentes resinas compostas Filtek Z100 (3M ESPE); Empress Direct (Ivoclar Vivadent); Estelite Omega (Tokuyama Dental) comparadas com o cimento resinoso em diferentes temperaturas (25°C e 69°C);

3 HIPÓTESE

As hipóteses testadas foram:

- Hipótese 1 – Os agentes de cimentação resinosos promoverão aumento da resistência a flexão da cerâmica;
- Hipótese 2 – O grau de conversão e a espessura de película; serão semelhantes entre o cimento resinoso e as resinas aquecidas;
- Hipótese 3 – A capacidade de adaptação e penetração dos agentes de cimentação na cerâmica serão semelhantes;
- Hipótese 4 – Haverá uma diminuição da viscosidade das resinas pré-aquecidas.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

Nesta pesquisa foram utilizados os seguintes materiais restauradores:

- Blocos de cerâmica feldspática (Vitablocs Mark II A1C, Vita Zahnfabrik)
- Ácido fluorídrico 10% (Condicionador de Porcelana; Dentsply)
- Silano (Silano Primer + Silano Ativador; Dentsply);
- Adesivo AdperTM ScotchbondTM Multi-Purpose Adhesive (3M ESPE, St Paul, MN, EUA)
- Cimento resinoso RelyX Veneer (3M ESPE)
- Resina composta convencional Filtek Z100 (3M ESPE)
- Resina composta convencional Empress Direct (Ivoclar Vivadent)
- Resina composta convencional (Estelite Omega, Tokuyama Dental)
- Fotopolimerizador (LED – Radium; SDI Limited, Bayswater, Victoria, Austrália).

Quadro 1 - Materiais restauradores utilizados na pesquisa.

Material	Lote	Tipo de compósito	Matriz Resinosa	Partícula de carga
RelyX Venner (3M ESPE, St Paul, MN, USA)	N901407	Cimento resinoso Fotopolimerizado	Bis-GMA, Bis-EMA, zircônia/partículas de sílica	66,0 wt%
Filtek Z100 (3M ESPE, St Paul, MN, USA)	1734800172	Compósito microhíbrido	Bis-GMA TEGDMA	80 wt% 66 vol%
IPS Empress Direct (Ivoclar Vivadent, AG, Schann, Liechtenstein)	V36475	Compósito Nanohíbrido	UDMA Bis-GMA	75- 79% wt% 52-59% vol%
Estelite Omega (Tokuyama Dental, Japão)	101EZ7	Compósito Nanohíbrido	Bis-GMA TEGDMA	82 wt%

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

4.1.1 Seleção dos Materiais

Os materiais restauradores utilizados para a pesquisa foram selecionados pelo critério de composição, de acordo com tamanho das partículas de carga, composição monomérica e aplicação clínica. Duas resinas compostas convencionais nanohíbridas foram utilizadas, pois possuem um maior volume de partículas de carga em uma matriz resinosa convencional, tornando-as mais resistentes. As resinas compostas selecionadas para representa-las foram: Empress Direct (Ivoclar Vivadent) (75-79% de partícula de carga por peso) e Estelite Omega (Tokuyama Dental) (82% de partículas de carga inorgânica por peso). Uma das três resinas compostas convencionais era classificada com microhíbrida, sendo representada pela Filtek Z100 (3M ESPE), consagrada na literatura e utilizada como controle em diversos estudos científicos (MAGNE; KNEZEVIC, 2009; KRAMER, EDELHOFF, STAWARCZYK, 2011). Além das suas singularidades de formulações, os diferentes agentes de cimentação possuem preços comerciais distintos.

O critério utilizado para utilização do cimento resinoso foi o de composição e indicação do fabricante, sendo ele um cimento resinoso fotopolimerizável, que apresenta cerca de 66% de partícula de carga e de acordo com a indicação do fabricante é indicado para cimentação de facetas cerâmicas.

A cerâmica feldspática utilizada foi eleita pelo critério de sua indicação, que de acordo com o fabricante é indicada para facetas, inlays/onlays, coroas anteriores e posteriores.

4.2 PREPARO DOS ESPÉCIMES PARA O TESTE DE RESISTÊNCIA A FLEXÃO

Blocos de cerâmica feldspática (Vitablocs Mark II A1C, Vita Zahnfabrik) foram usinados sob refrigeração para obtenção de uma forma cilíndrica (12mm de diâmetro), para realização do teste de resistência a flexão biaxial. Posteriormente foram seccionados com disco diamantado, em uma máquina de cortes de precisão (Isomet1000; Buehler, Lake Bluff, USA), fatias cerâmicas de $(0,8\pm 0,1$ mm de espessura), para simulação de facetas (SOARES et al.,2016; SPAZZIN et al., 2017) (Fig.1).

Todas as fatias tiveram ambos os lados polidos, para diminuir as chances de um possível erro de técnica, utilizando uma sequência de lixas d'água de carbeto de silício (SiC) de granulação 600 e 1200 (Norton AS, Guarulhos, SP, Brasil) refrigeradas, por um minuto cada. As dimensões finais de cada espécime $(0,8\pm 0,1$ mm de espessura) foram medidas usando um paquímetro digital com precisão de 0,001mm (Mitutoyo, Tóquio, Japão) (Fig.2). Um total de 150 fatias cerâmicas foram obtidas e alocadas aleatoriamente nos cinco grupos, G1; G2; G3; G4; G5 (n=30):

- Grupo 1: Grupo Controle positivo – Cimento resinoso (RelyX Veneer, 3M ESPE).
- Grupo 2: Grupo recoberto com resina composta convencional – Microhíbrida (Filtek Z100, 3M ESPE).
- Grupo 3: Grupo recoberto com resina composta convencional – Nanohíbrida (Empress Direct, Ivoclar Vivadent).
- Grupos 4: Grupo recoberto com resina composta convencional – Nanohíbrida (Estelite Omega, Tokuyama Dental).
- Grupo 5: Grupo Controle negativo – Cerâmica feldspática sem recobrimento

Para a cimentação, as cerâmicas dos grupos G1 ao G4, receberam o seguinte protocolo de tratamento de superfície:

- Condicionamento com ácido fluorídrico a 10%, por 60s (Condicionador de Porcelana; Dentsply, Rio de Janeiro, RJ) (Fig. 3)

- Enxágüe por 60s com jato de ar/água e secagem com ar comprimido, isento de água e óleo, por 30s (CAO, FLEMING, ADDISON; 2017).
- Duas camadas de agente de acoplamento de silano (Silano Primer + Silano Ativador; Dentsply) foram aplicadas nas superfícies tratadas. Após 60s, foram volatilizadas com ar comprimido por 30s. (Fig.4)
- Aplicação de adesivo (Bond, Adper™ Scotchbond™ Multi-Purpose Adhesive, 3M ESPE, St Paul, MN, EUA) (Fig.4).
- O adesivo não foi fotopolimerizado em nenhuma fatia cerâmica (ALMEIDA, 2015)

Para os grupos G2; G3; G4, que foram cimentados utilizando a resina composta pré-aquecida, utilizou-se o seguinte protocolo:

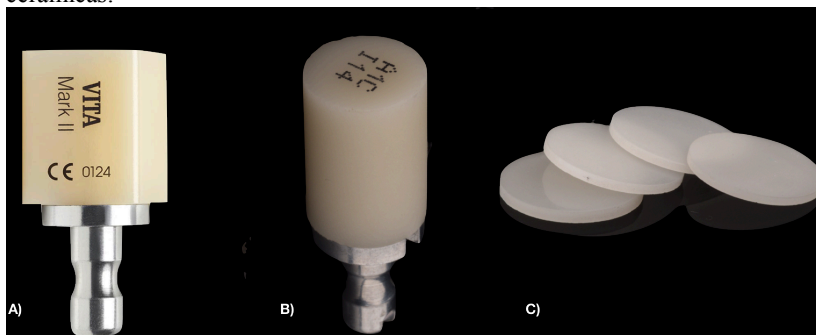
- Volume padrão do agente cimentante aplicado no centro da fatia
- Posicionamento da cerâmica + agente cimentante no dispositivo
- Aquecimento do conjunto cerâmica- agente de cimentação no dispositivo por 5min, como recomenda o fabricante (HOTSET, TECHNOLIFE, JOINVILLE, SC, BR) (Fig.5).
- Posicionamento de uma tira de poliéster sobre uma placa de vidro
- Posicionamento da fatia cerâmica com o agente cimentante sobre fita de poliéster
- Pressão levemente aplicada para extrusão do agente cimentante
- Conjunto fatia-placa de vidro orientada centralmente em uma plataforma de carregamento com carga de 5N por 120s, para garantir um volume padrão por toda a fatia cerâmica (MORAES, 2008) (Fig.6)
- Remoção do excesso, em consequência do extravasamento do agente cimentante, com aplicador descartável. (Fig.7)
- Fotopolimerização através da cerâmica por 40s utilizando uma unidade de LED (LED – Radium; SDI Limited, Bayswater, Victoria, Austrália). (Fig.7)
- Armazenamento em ambiente umedecido

Para os grupos G1: Grupo Controle positivo – Cimento resinoso (RelyX Veneer, 3M ESPE), utilizou-se o seguinte protocolo:

- Volume padrão do agente cimentante aplicado no centro da fatia. (Fig.8)
- Posicionamento de uma tira de poliéster sobre uma placa de vidro

- Posicionamento da fatia cerâmica com o agente cimentante voltado para a tira de poliéster
- Pressão levemente aplicada para extrusão do agente cimentante
- Conjunto fatia-placa de vidro orientada centralmente em uma plataforma de carregamento com carga de 5N por 120s, para garantir um volume padrão por toda a fatia cerâmica (MORAES, 2008)
- Remoção do excesso, em consequência do extravasamento do agente cimentante, com aplicador descartável.
- Fotopolimerização através da cerâmica por 40s utilizando uma unidade de LED (LED – Ralii; SDI Limited, Bayswater, Victoria, Austrália).
- Armazenamento em ambiente umedecido. (Fig.9)

Figura 1 - A) Bloco cerâmico. B) Bloco cerâmico pós usinagem. C) Fatias cerâmicas.



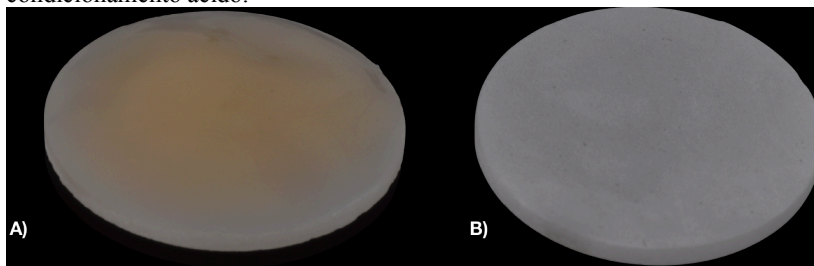
Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Figura 2 - Mensuração das fatias cerâmicas.



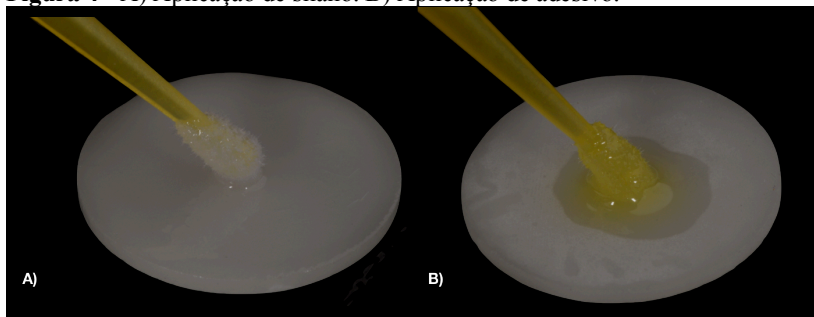
Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Figura 3 - A) Aplicação do ácido fluorídrico a 10%. B) Espécime pós condicionamento ácido.



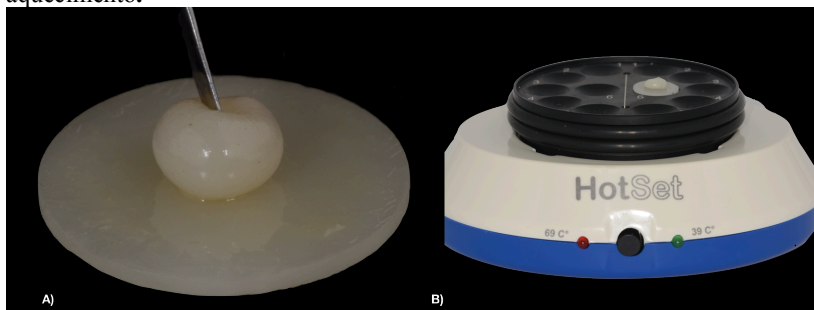
Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Figura 4 - A) Aplicação de silano. B) Aplicação de adesivo.



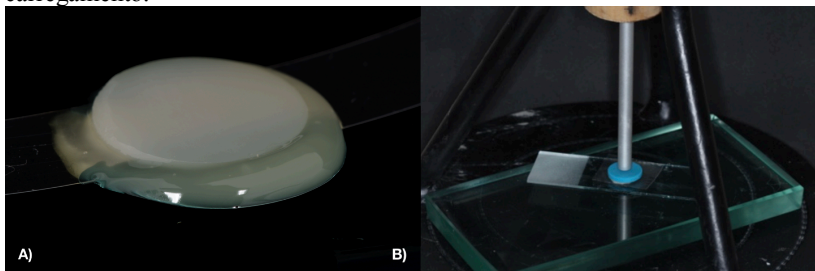
Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Figura 5 - A) Resina composta no centro da fatia cerâmica. B) Dispositivo de aquecimento.



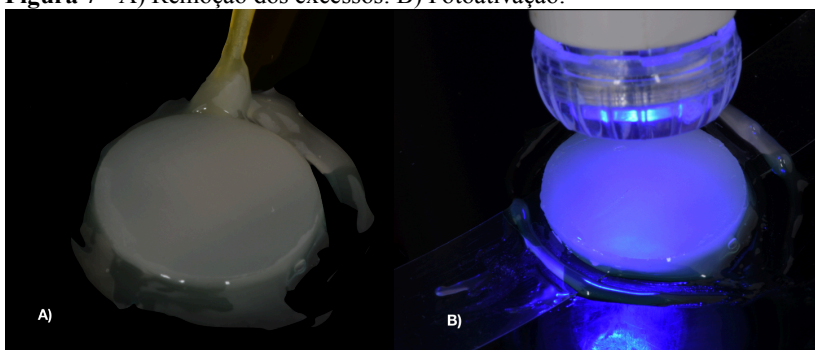
Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Figura 6 - A) Extravasamento do agente de cimentação. B) Plataforma de carregamento.



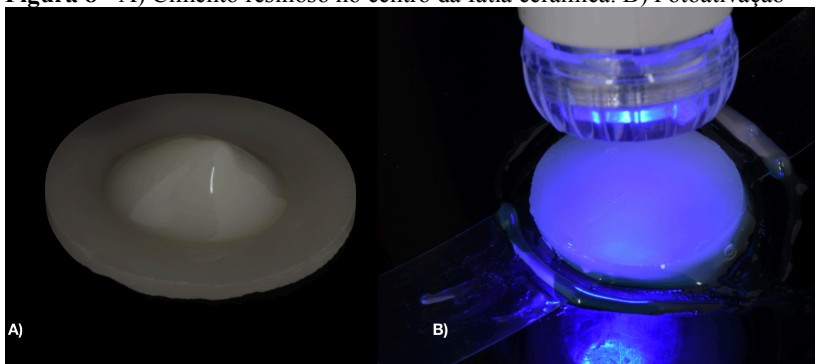
Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Figura 7 - A) Remoção dos excessos. B) Fotoativação.



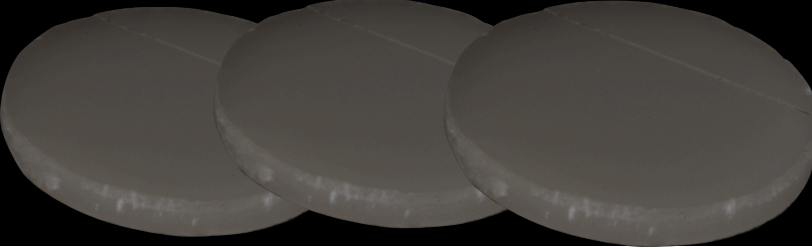
Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Figura 8 - A) Cimento resinoso no centro da fatia cerâmica. B) Fotoativação



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Figura 9 - Espécimes prontos pós cimentação



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

4.3 RESISTÊNCIA A FLEXÃO BIAXIAL

Todos os espécimes (150 fatias/ 5 grupos/ n=30) foram submetidos ao teste de resistência a flexão utilizando o método de configuração “ball-on-ring” (pistão-anel), em uma máquina de ensaios mecânicos ((DL500; EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil).

Os espécimes foram centralizados em um anel com extremidade em lâmina de faca (10 mm de diâmetro), em seguida, carregados centralmente usando um penetrador esférico metálico (4mm de diâmetro) em uma velocidade de 1mm/min até a fratura do espécime. Para realização do teste um fino dique de borracha foi colocado entre o espécime e o suporte para compensar pequenas irregularidades na geometria da amostra e um filtro de café umedecido posicionado entre o espécime e o lençol de borracha para manter o espécime umedecido durante o teste e na hora da fratura dos espécimes.

A RFB (MPa) das fatias de cerâmica monocamadas foram calculadas utilizando a seguinte equação (Eq. 1) (PAGNIANO et al, 2005):

$$RFB = \frac{3P(1 + \nu)}{4\pi t^2} \left[1 + 2 \ln \left(\frac{a}{b} \right) + \frac{1 - \nu}{1 + \nu} \left[1 - \frac{b^2}{2a^2} \right] \frac{a}{R^2} \right] \quad (\text{Eq. 1}),$$

Onde:

“P” = Carga de fratura (N)

“ν” = Coeficiente de Poisson da cerâmica (ZENG, ODEN, ROWCLIFFE, 1998)

“t” = Espessura da fatia (mm)

“a” = Raio do suporte de faca (mm)

“R” = Raio do disco em forma de corpo (mm)

“b” = raio da área de contato de carga no centro do espécime (mm), determinado pela Equação 2:

$$b = \frac{t_1 + t_2}{3} \quad (\text{Eq. 2}),$$

A RFB dos espécimes cimentados foi calculada de acordo com as soluções analíticas descritas por (HSUEH, LANCE, FERBER, 2005). O módulo elástico da cerâmica (E_1^*) e do agente de cimentação (E_2^*) foi calculado em função da razão de Poisson da cerâmica e do agente de cimentação, conforme a Equação 3 (ADDISON, SODHI, FLEMING; 2010):

$$E_1^* = \frac{E_1}{1 - \nu_1^2} \quad E_2^* = \frac{E_2}{1 - \nu_2^2} \quad (\text{Eq. 3}),$$

Onde:

E_1 = módulo de elasticidade da cerâmica (ZENG, ODEN, ROWCLIFFE, 1998)

E_2 = módulo de elasticidade do agente de cimentação

ν_1 e ν_2 = Razões de Poisson da cerâmica (0,25) (ZENG, ODEN, ROWCLIFFE, 1998) e do agente de cimentação.

O plano neutro (t_n) dos corpos de prova de cerâmica foi calculado em função das espessuras de cerâmica e agente de cimentação (t_1 e t_2 , respectivamente) e os E_1^* e E_2^* calculados, usando a Equação 4:

$$t_n = \frac{E_1^*(t_1)^2 - E_2^*(t_2)^2}{2(E_1^*t_1 + E_2^*t_2)} \quad (\text{Eq. 4}),$$

A RFB foi calculada nas posições axiais no centro do espécime, onde a superfície da cerâmica na interface adesiva foi localizada em $z=0$ (Eq. 5) e a superfície do agente cimentante voltado para o anel em $z=-t_2$ (Eq. 6):

$$\sigma_{bf} = \frac{-3P(1+\nu)(z-t_n)}{2\pi(t_1+t_2)^3} \left[1 + 2\ln\left(\frac{a}{b}\right) + \frac{1-\nu}{1+\nu} \left(1 - \frac{b^2}{2a^2}\right) \frac{a^2}{R^2} \right] \times \left[\frac{E_1^*(E_1^*t_1 + E_2^*t_2)(t_1+t_2)^3}{(E_1^*t_1^2)^2 + (E_2^*t_2^2)^2 + 2E_1^*E_2^*t_1t_2(2t_1^2 + 2t_2^2 + 3t_1t_2)} \right] \quad (z = 0) \quad (\text{Eq. 5}),$$

$$\sigma_{bf} = \frac{-3P(1+\nu)(z-tn)}{2\pi(t_1+t_2)^3} \left[1 + 2\ln\left(\frac{a}{b}\right) + \frac{1-\nu}{1+\nu} \left(1 - \frac{b^2}{2a^2}\right) \frac{a^2}{R^2} \right] \times \left[\frac{E_2^*(E_1^*t_1 + E_2^*t_2)(t_1+t_2)^3}{(E_1^*t_1^2)^2 + (E_2^*t_2^2)^2 + 2E_1^*E_2^*t_1t_2(2t_1^2 + 2t_2^2 + 3t_1t_2)} \right] \quad (z = -t_2) \quad (\text{Eq. 6}),$$

$$\nu = \frac{\nu_1 t_1 + \nu_2 t_2}{t_1 + t_2} \quad (\text{Eq. 7}).$$

Onde:

“ E_1 ” = módulo de elasticidade (70 GPa) da cerâmica (ZENG, ODEN, ROWCLIFFE, 1998).

“ E_2 ” = módulo de elasticidade dos agentes de cimentação determinados com base em artigos científicos.

“ ν_1 ” e “ ν_2 ” = Coeficientes de Poisson da cerâmica (0,25) (ZENG, ODEN, ROWCLIFFE, 1998) e do agente de cimentação.

Os dados de RFB nas diferentes posições ($z=0$ e $z=-t_2$) foram submetidos a análise de variância ANOVA (1 fator) seguido pelo teste de post hoc de Turkey ($\alpha=0,05$).

Tabela 1 - Valores dos Módulos de elasticidade e Coeficiente de Poisson dos materiais utilizados na pesquisa.

	Módulo de Elasticidade	Coeficiente de Poisson
Cerâmica	70	0,25
Cimento Resinoso (RelyX Veneer)	10.7	0,36
Empress Direct	13.6	0,24
Estelite Omega	21.5	0,24
Filtek Z100	11.5	0,24

Fonte: Elaborada pelo autora (2018) com base em artigos científicos. (CHUNG et al., 2003; BEUN et al., 2005; ILIE, RENZ, HICKEL, 2012; BICALHO et al., 2015).

Figura 10 - Máquina de ensaios mecânicos (EMIC).



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

4.4 ANÁLISE DA ESPESSURA DE PELÍCULA

Para avaliar a espessura de película dos agentes de cimentação, foram realizadas duas mensurações das fatias cerâmicas feldspáticas: previamente a cimentação e posteriormente a cimentação.

A análise de espessura de película correspondia através da diferença entre a medida inicial feita somente com as fatias de cerâmica pura e a nova medida formada pelo conjunto cerâmica- agente cimentante. As mensurações foram feitas com o auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,001mm (Mitutoyo, Tóquio, Japão).

Espécimes que não estavam entre a espessura de película clinicamente aceitável, 50 à 250 μ m, foram excluídos. (BOENING et al., 2000; LIU et al., 2008; REICH., 2008)

4.5 GRAU DE CONVERSÃO

Um total de 3 espécimes (n=3) de cada grupo foram utilizados. Para determinação do grau de conversão, os espécimes foram submetidos a um Espectrofotômetro com Infravermelho com Transformada de Fourier (Espectrômetro Shimadzu Prestige-FTIR, Shimadzu, Tóquio, Japão) equipado com um dispositivo de reflectância total atenuada. Este

método possibilita a obtenção de informações sobre o espectro absorvido ou transmitido pelo material. Em uma análise mais simples, a definição do grau de conversão pelo método de FTIR envolve a comparação das curvas espectrais absorvidas pelo compósito antes e após a polimerização. Com base na diferença entre os picos nas bandas alifáticas C=C a 1638cm^{-1} , utilizada como padrão interno, e a altura da banda de absorção (% de absorbância) correspondente à ligação carbonilo C=O a 1608cm^{-1} é possível calcular o grau de conversão do material, de acordo com a equação a seguir. Via de regra, quanto maior a diferença entre os picos alifáticos, maior o grau de conversão. Uma vez que a banda aromática ($\sim 1608\text{cm}^{-1}$) não se altera na polimerização, ela serve como padrão interno para normalização das leituras.

$$\text{DC (\%)} = \left[\frac{\frac{1.637 \text{ cm}^{-1}}{1.608 \text{ cm}^{-1}} \text{ polimerizado}}{\frac{1.637 \text{ cm}^{-1}}{1.608 \text{ cm}^{-1}} \text{ não polimerizado}} \right] \times 100$$

Figura 11 - Espectrofotômetro.



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

4.6 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)

A microscopia eletrônica de varredura foi realizada com o objetivo de analisar a morfologia das interfaces adesivas cimentadas. Espécimes diferentes ($n=3/\text{grupo}$) foram confeccionados para esta análise. Foram confeccionados de modo que ficassem unidos: cerâmica- agente de cimentação- cerâmica.

Para grupos cimentados (G1; G2; G3, G4) ($n=3$) (VALENTINI, 2014), os espécimes foram seccionados transversalmente em três partes usando um disco diamantado (Isomet 1000, Buehler) e embebidos em resina epóxi para a análise das interfaces cerâmica-agente de cimentação-cerâmica. Os espécimes foram limpos por ultrassom com água destilada por 30min, secos a 37°C e polidos com lixas d'água de carbetto de silício SiC 600, 1200, 2000 e 2500 seguido por suspensões de diamante de 3 e $1\mu\text{m}$. Depois eles foram limpos, secos, revestidos por pulverização catódica com ouro-paládio, e examinados usando MEV (JEOL JSM 6060).

4.7 ANÁLISE DA VISCOSIDADE

O presente teste analisou a viscosidade dos materiais utilizados como agentes de cimentação. Três amostras de cada agente de cimentação dos respectivos grupos, G1: Grupo Controle positivo – Cimento resinoso (RelyX Veneer, 3M ESPE); G2: Grupo recoberto com resina composta convencional – Microhíbrida (Filtek Z100, 3M ESPE); G3: Grupo recoberto com resina composta convencional – Nanohíbrida (Empress Direct, Ivoclar Vivadent); G4: Grupo recoberto com resina composta convencional – Nanohíbrida (Estelite Omega, Tokuyama Dental), foram utilizados.

A análise reológica dos agentes de cimentação foi realizada utilizando um reômetro de oscilação dinâmica (R/S Plus, Brookfield, Middleboro, EUA) a 25°C (temperatura ambiente média) e a 69°C (temperatura máxima do HotSet). Este aquecimento era proporcionado pelo próprio reômetro, onde 3 espécimes de cada grupo ($n=3/\text{grupo}$) foram testados. Duas análises foram realizadas, sendo uma de aquecimento (25°C a 69°C) e resfriamento (69°C a 25°C) ($n=3/\text{grupo}$), utilizando apenas resinas compostas pré-aquecidas (G2; G3; G4). Outra de condições isotérmicas, a 25°C ($n=3/\text{grupo}$) e 69°C ($n=3/\text{grupo}$), com intuito de isolar o efeito da temperatura de todos os agentes de cimentação testados, incluindo o cimento resinoso (G1). Para o presente teste, os espécimes utilizados eram amostras dos próprios materiais utilizados

como agentes de cimentação (0,5 mL) e eram diretamente adaptados no reômetro. Todas as análises foram realizadas com um módulo viscométrico de placas paralelas (\varnothing 25 mm) de 0,05 mm de distância. O teste foi realizado por 90 s a uma taxa de cisalhamento constante de 2^{s-1} . Uma varredura de cisalhamento foi usada para medir a viscosidade. A geometria usada neste teste foi um projeto de placa paralela de Peltier usando 30 medições pontuais [LEE, UM, LEE, 2005], sendo realizadas análises por 90s.

4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados de viscosidade, Grau de Conversão, RFB e espessura de película foram analisados por meio de análise unidirecional de variância (ANOVA), seguida pelo teste post-hoc de Tukey ($\alpha=0,05$).

A análise de Weibull também foi realizada para os dados de RFB usando o software Minitab v.18 (Minitab Inc., State College, PA, EUA). O valor do módulo de Weibull (m) constitui-se num valioso critério para a determinação da qualidade dos espécimes cerâmicos. Quanto maior é valor do módulo de Weibull (m) menor é a dispersão dos dados de resistência a flexão. Este também é utilizado como um indicativo de reprodutibilidade da resistência do espécime, e deseja-se que seja o maior valor possível. Além disso, a resistência característica (σ_0) foi realizada como parâmetro de referência. O módulo de Weibull, resistência característica e os intervalos de confiança (IC) superior e inferior (95%) foram calculados usando o método da máxima verossimilhança. Os grupos foram considerados significativamente diferentes quando os limites de IC 95% não se sobrepuseram.

5 RESULTADOS

Para auxiliar na leitura dos resultados:

- Grupo 1: Grupo Controle positivo – Cimento resinoso (RelyX Veneer, 3M ESPE).
- Grupo 2: Grupo recoberto com resina composta convencional – Microhíbrida (Filtek Z100, 3M ESPE).
- Grupo 3: Grupo recoberto com resina composta convencional – Nanohíbrida (Empress Direct, Ivoclar Vivadent).
- Grupos 4: Grupo recoberto com resina composta convencional – Nanohíbrida (Estelite Omega, Tokuyama Dental).
- Grupo 5: Grupo Controle negativo – Cerâmica feldspática sem recobrimento

5.1 RESISTÊNCIA À FLEXÃO BIAXIAL

Os resultados para resistência à flexão biaxial (RFB), resistência característica e módulo de Weibull para as duas posições axiais ($z=0$ e $z=-t_2$) obtidos a partir do teste de flexão biaxial são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Médias (intervalo de confiança 95%) para resistência à flexão biaxial (σ_b), resistência característica (σ_0) e módulo de Weibull (m) para os diferentes grupos testados ($n=30$).

Grupo	Posição axial $z=0$			Posição axial $z=-t_2$		
	σ_b (MPa)	σ_0 (MPa)	m	σ_b (MPa)	σ_0 (MPa)	m
RelyX Veneer	144 (139–149) ^b	150 (145–156) ^{ab}	10.0 (7.7–12.9) ^b	26 (24–28) ^d	28 (26–29) ^d	8.9 (6.9–11.5) ^a
Filtek Z100	155 (150–160) ^a	161 (156–167) ^a	11.6 (8.9–15.2) ^{ab}	32 (30–34) ^c	34 (32–36) ^c	7.6 (5.8–9.8) ^a
Empress Direct	140 (135–145) ^b	146 (141–152) ^{ab}	10.4 (7.9–13.6) ^{ab}	39 (37–42) ^b	42 (40–44) ^b	7.1 (5.6–9.2) ^a
Estelite Omega	135 (130–140) ^{bc}	141 (136–147) ^b	10.5 (8.0–13.6) ^{ab}	61 (59–64) ^a	66 (62–70) ^a	6.0 (4.6–7.7) ^a
Cerâmica	127 (122–132) ^c	131 (128–134) ^c	17.1 (13.2–22.1) ^a	-	-	-

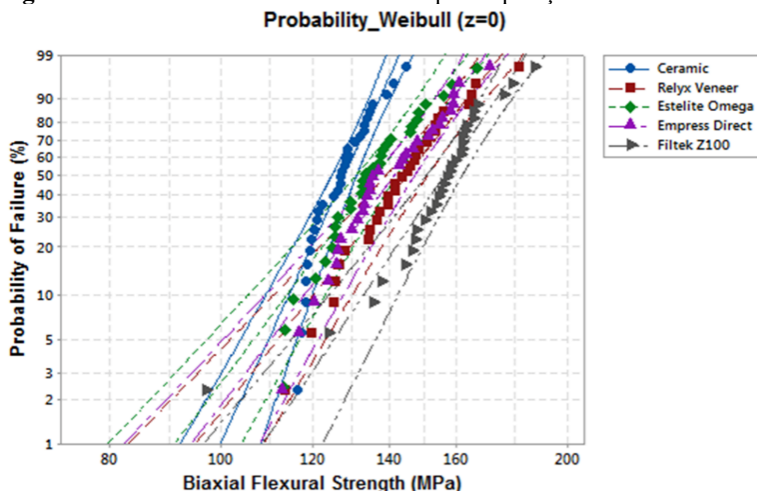
Letras distintas na mesma coluna indicam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ($p<0,05$).

Fonte: Elaborada pelo autor (2018).

Para a posição $z=0$, todos os agentes de cimentação apresentaram resultados de resistência à flexão biaxial (RFB) superiores ao grupo controle, exceto o grupo G4. O grupo G2 apresentou valores de resistência à flexão biaxial significativamente maiores que todos os demais grupos. Para resistência característica, na posição $z=0$, todos os agentes de cimentação promoveram resistência semelhantes entre si, exceto o G2 e G4, que obtiveram resultados estatisticamente diferentes entre si.

Ainda na posição $z=0$, em relação ao módulo de Weibull, não foi observada diferença significativa entre os grupos cimentados com resina composta pré-aquecida (G2; G3; G4) e a cerâmica pura (G5). Entretanto, o módulo de Weibull do grupo G1 foi significativamente inferior ao grupo G5. O gráfico da análise de Weibull para a posição axial $z=0$ é apresentado na Figura 12.

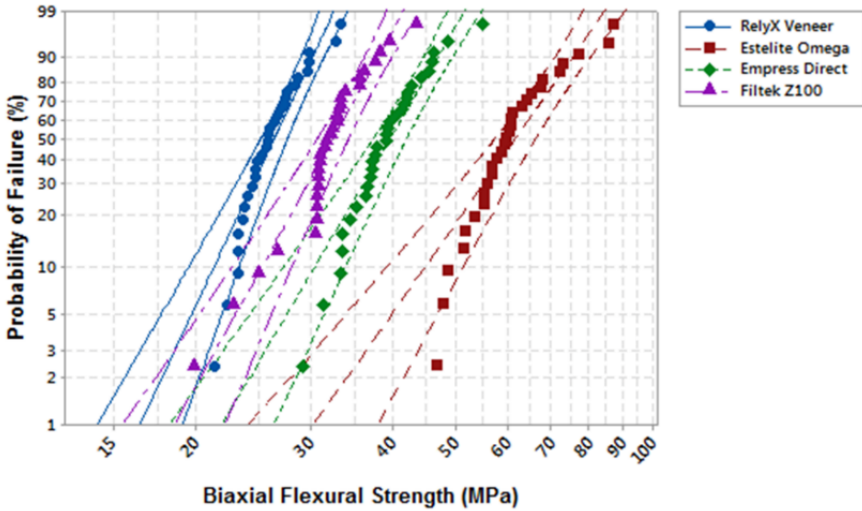
Figura 12 - Gráfico da análise de Weibull para a posição axial $z=0$.



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Para a posição $z=-t_2$, houve diferença significativa de resistência à flexão biaxial e resistência característica entre todos os agentes de cimentação, sendo o grupo G4 superior estatisticamente, seguido do grupo $G3 > G2 > G1$ apresentando resultados inferiores. Quanto ao módulo de Weibull, não houve diferença significativa entre os agentes de cimentação testados. O gráfico da análise de Weibull para a posição axial $z=-t_2$, é apresentado na Figura 13.

Figura 13 - Gráfico da análise de Weibull para a posição axial $z=-t_2$.
Probability_Weibull ($z=-t_2$)



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

5.2 ESPESSURA DE PELÍCULA

A Tabela 3 apresenta os resultados de espessura de película que foram mensurados diretamente nos discos utilizados na análise de flexão biaxial. A espessura de película foi significativamente diferente entre os agentes de cimentação testados, com G1 apresentando a menor espessura e o G4 apresentando as películas mais espessas. Entre as resinas compostas pré-aquecidas, G2 apresentou a menor espessura de película.

Tabela 3 - Médias (intervalo de confiança 95%) para espessura de película (n=30).

Agentes de cimentação	Espessura de película (µm)
RelyX Veneer	59 (49–69) ^c
Filtek Z100	106 (91–121) ^b
Empress Direct	165 (144–186) ^a
Estelite Omega	196 (169–223) ^a

Letras distintas na mesma coluna indicam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos (P<0,05)

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

5.3 GRAU DE CONVERSÃO

A Tabela 4 apresenta os resultados de grau de conversão C=C dos agentes de cimentação, que foram mensurados diretamente dos discos utilizados na análise de flexão biaxial. Todos os agentes de cimentação testados apresentaram resultados similares entre si (p=0,161).

Tabela 4 - Médias (intervalo de confiança 95%) grau de conversão (n=3).

Agentes de cimentação	Grau de conversão de C=C, %
RelyX Veneer	76,1 (63,8–88,5) ^a
Filtek Z100	61,3 (48,9–73,6) ^a
Empress Direct	51,6 (39,2–64,0) ^a
Estelite Omega	58,2 (45,8–70,6) ^a

Letras distintas na mesma coluna indicam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos (P<0,05)

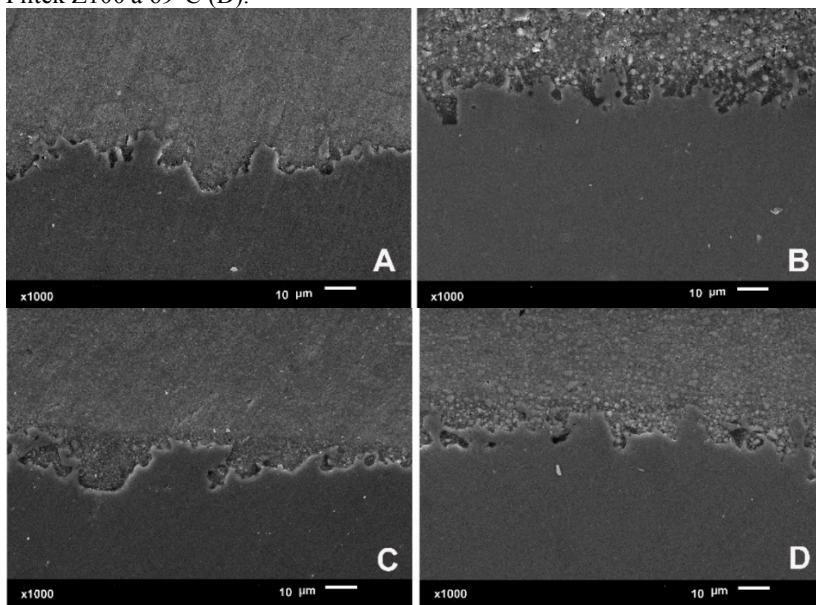
Fonte: Elaborado pela autora (2018).

5.4 ANÁLISE DA INTERFACE

Na Figura 14 são apresentadas imagens da análise de MEV utilizada para observar a interface adesiva e a capacidade dos agentes de cimentação (G1; G2; G3; G4) em penetrar as irregularidades/porosidade

criadas pelo condicionamento com ácido fluorídrico a 10%. É possível notar que a superfície da cerâmica condicionada pelo ácido é bastante irregular e que, todos os agentes de cimentação foram capazes de infiltrar a porosidade da superfície por completo, mostrando excelente justaposição da camada de cimentação à superfície da cerâmica. Não foi possível observar diferenças de adaptação e penetração na cerâmica entre os diferentes materiais testados. Em alguns casos, como mostrado na Figura 17C, a camada de adesivo aplicada sobre a cerâmica se mostrou mais evidente e espessa, sem prejuízo à integridade da interface resina composta-cerâmica ou cimento resinoso-cerâmica.

Figura 14 - Imagens de MEV das interfaces adesivas observadas sob aumento de 1000× mostrando a interação dos agentes de cimentação com a cerâmica: RelyX Veneer a 25°C (A), Estelite Omega a 69°C (B), Empress Direct a 69°C (C) e Filtek Z100 a 69°C (D).



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

5.5 VISCOSIDADE

Os resultados da análise de viscosidade para os diferentes materiais nas diferentes temperaturas são apresentados na Tabela 5. A análise estatística indicou que os fatores material, temperatura e a interação material \times temperatura foram todos significativos ($p < 0,001$). A viscosidade a 25°C foi significativamente diferente para todos os agentes de cimentação testados ($p < 0,001$), sendo o cimento resinoso G1 o mais fluido, e G3 o mais viscoso. Na temperatura de 69°C, o G1 continuou sendo o agente de cimentação mais fluido, apresentando redução média de 42,4% da viscosidade inicial com o aquecimento. O aquecimento resultou em redução média de viscosidade acima de 79% para as resinas G2; G3; G4, que apresentaram viscosidade significativamente inferiores aos valores mensurados a 25°C. Os grupos G4 e G2 apresentaram viscosidade estatisticamente similar após o aquecimento ($p = 0,161$) e ambas foram mais viscosas que a resina composta o (G4) ($p < 0,001$).

Tabela 5 - Médias (desvio-padrão) para a viscosidade (Pa.s) dos diferentes materiais de cimentação na temperatura ambiente (25°C) e temperatura de aquecimento (69°C) (n=16).

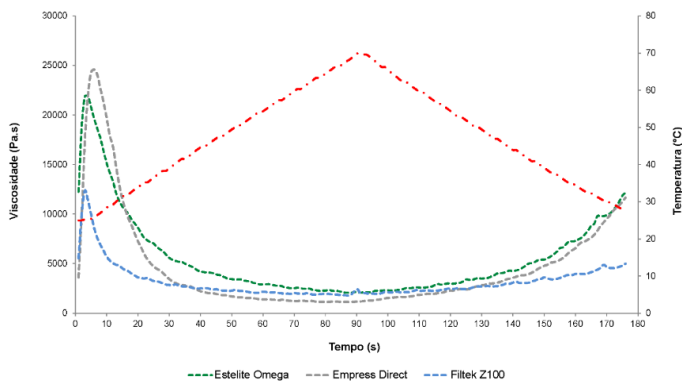
Material	Temperatura		Redução média com o aquecimento
	25°C	69°C	
RelyX Veneer	545 (71) ^{A,d}	314 (34) ^{B,c}	42,4%
Filtek Z100	7501 (574) ^{A,c}	1549 (160) ^{B,a}	79,3%
Empress Direct	20754 (1422) ^{A,a}	1259 (193) ^{B,b}	93,9%
Estelite Omega	18967 (890) ^{A,b}	1485 (161) ^{B,a}	92,2%

Letras maiúsculas distintas na mesma linha indicam diferenças significativas entre as temperaturas; letras minúsculas distintas na mesma coluna indicam diferenças significativas entre os materiais ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborada pelo autor (2018)

A Figura 15 apresenta os resultados da análise de viscosidade das resinas compostas em função de curvas de aquecimento (25°C a 69°C) e resfriamento (69°C a 25°C). A curva de aquecimento-resfriamento é apresentada na linha vermelha no gráfico. É possível perceber que inicialmente há aumento da viscosidade dos materiais, provavelmente relacionado à organização estrutural dos agentes de cimentação como reação à tensão de cisalhamento provocada pelo reômetro. Após os primeiros 5 s, passa a ocorrer redução gradual da viscosidade das três resinas compostas testadas em função do aquecimento. Embora exista diferença de viscosidade entre as resinas compostas no início da análise, especialmente da resina composta Filtek Z100 (G2) em relação aos demais grupos de resinas compostas (G1; G3; G4), estas diferenças são pequenas quando a temperatura atinge 69°C. Após aproximadamente 90 s, a temperatura passa a retornar gradativamente a 25°C e a viscosidade dos compósitos passa a apresentar curva de aumento gradual da viscosidade.

Figura 15 - Gráfico de aquecimento (25°C a 69°C) e resfriamento (69°C a 25°C) das resinas compostas testadas. A linha vermelha indica a curva de aquecimento-resfriamento. Há aumento inicial da viscosidade, que passa a reduzir com o aumento da temperatura e no resfriamento, apresenta tendência de retorno à viscosidade inicial.

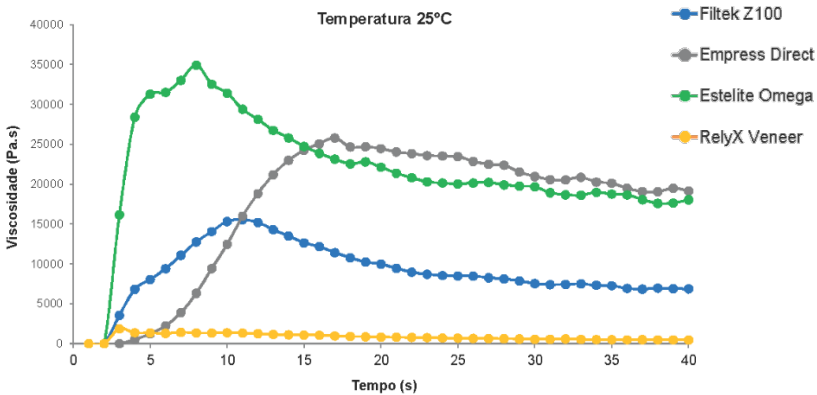


Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Adicionalmente à análise da curva de aquecimento-resfriamento, foram realizadas duas análises adicionais de viscosidade dos agentes de cimentação em condições isotérmicas, a 25°C e 69°C. Isso foi realizado para isolar o efeito da temperatura, que se manteve constante nestas

análises, e avaliar o efeito da tensão de cisalhamento imposta pelo reômetro na viscosidade. A Figura 16 apresenta os resultados da análise isotérmica a 25°C. É possível observar que o cisalhamento imposto pelo reômetro realmente aumenta a viscosidade dos agentes de cimentação no início da análise, porém depois ocorre redução da viscosidade e estabilização dos valores ao longo da análise, com diferença destacada entre os materiais testados, exceto entre as resinas compostas Estelite Omega (G4) e Empress Direct (G4), o que corrobora os achados apresentados na Tabela 5.

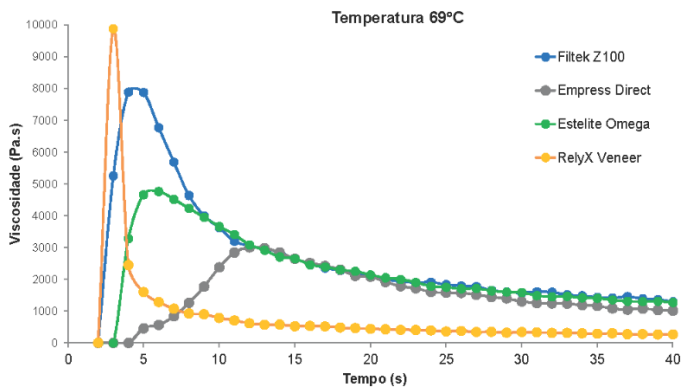
Figura 16 - Análise de viscosidade dos agentes de cimentação em condição isotérmica a 25°C. Após aumento da viscosidade no início da análise, aos poucos houve redução da viscosidade e estabilização dos valores ao longo do tempo.



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Na análise isotérmica a 69°C (Figura 17), é possível observar novamente o aumento da viscosidade nos primeiros segundos da análise, com destaque para o cimento resinoso RelyX Veneer (G1), que não apresentou aumento tão pronunciado na análise a 25°C. Entretanto, comparando as duas análises isotérmicas, a redução da viscosidade e sua estabilização após o período inicial ocorrem de forma mais rápida à temperatura de 69°C. Ainda, os agentes de cimentação apresentaram viscosidades mais próximas entre eles quando a análise foi realizada a 69°C, o que também corrobora os achados apresentados na Tabela 5.

Figura 17 - Análise de viscosidade dos agentes de cimentação em condição isotérmica a 69°C.



Fonte: Elaborada pelo autor (2018).

6 DISCUSSÃO

Quatro diferentes materiais foram avaliados. 3 sendo resinas compostas restauradoras e 1 cimento resinoso fotopolimerizável. As resinas compostas escolhidas foram selecionadas pelas suas diferentes propriedades mecânicas. A resina composta Filtek Z100 (3M ESPE) foi selecionada pela sua classificação microhíbrida com alto conteúdo de carga inorgânica (80% wt%) e por ser amplamente mencionada na literatura (MAGNE, KNEZEVIC, 2009; KRAMER, EDELHOFF, STAWARCZYK, 2011.). Duas outras resinas compostas convencionais nanohíbridas foram utilizadas: Empress Direct (Ivoclar Vivadent) (75-79% de partícula de carga por peso) e Estelite Omega (Tokuyama Dental) (82% de partículas de carga inorgânica por peso). Já a eleição do cimento resinoso foi devida as suas características, indicação do fabricante, e por serem utilizadas em diversos estudos científicos.

Vários relatos clínicos e laboratoriais vêm tratando do aquecimento de resina compostas, com alto teor de carga inorgânica, como um mecanismo para reduzir sua viscosidade e possibilitar o uso para fins de cimentação (MAGNE, KNEZEVIC, 2009; ARHEGAS et al., 2011; DEB et al., 2010; KRAMER, EDELHOFF, STAWARCZYK, 2016; AL-AHDAL et al., 2014; D'ARCANGELO et al., 2012; ALMEIDA et al., 2015). Entretanto, a viscosidade dos materiais restauradores a base de resina é dependente de sua composição, e quanto maior o teor de carga inorgânica maior a sua viscosidade (FRÓES SALGADO et al., 2010; DOS SANTOS et al., 2011; RICKMAN; PEDIPATVUTHIKUL; CHEE, 2011). Em particular, a disposição entre as partículas de carga e a sua interação com a matriz resinosa desempenha um papel importante na manifestação das propriedades viscoelástica do material (LEE; SON; UM; 2002). Todas as resinas compostas selecionadas são semelhantes quanto a sua composição química, por esse motivo obtiveram comportamentos semelhantes quando submetidas ao mesmo teste. A grande dificuldade de comparações adicionais entre os produtos é que os fabricantes fornecem poucos detalhes de seus produtos como a fração de massa do monômero e suas proporções, seus métodos de carregamento e salinização, que podem mudar suas propriedades (JASSÉ et al., 2013). Nesse estudo foi avaliada a viscosidade dos diferentes materiais disponíveis para cimentação de cerâmica feldspática na temperatura ambiente (25° C) e temperatura de aquecimento (69 °C), sendo eles G1: RelyX Veneer com 66% de partículas de carga por peso; G2: Resina composta Filtek Z100, com 82% de partículas de carga por peso; G3: Resina composta Empress Direct

com 75-79% de partículas de carga por peso, G4: Resina composta Estelite Omega com 80% partículas de carga por peso. As análises foram feitas através de um reômetro (LEE, UM, LEE, 2006), e os resultados demonstraram que os agentes de cimentação submetidos ao teste em temperatura ambiente (25°C), apresentaram-se estatisticamente diferentes entre si, com o G1 se apresentando mais fluido e o G4 mais viscoso. A maior viscosidade do G1 certamente é explicada pela maior quantidade de carga existente nas resinas compostas convencionais quando comparados com cimentos resinosos, que possuem menores quantidades de cargas (SPAZZIN et al., 2016). No entanto a 69°C todas as resinas compostas reduziram significativamente a sua viscosidade, sendo que os grupos G4 e G2 apresentaram viscosidades estatisticamente similares após o aquecimento e ambas foram mais viscosas que o grupo G3. Confirmando a Hipótese IV do presente estudo.

Os resultados do presente teste foram compatíveis com estudos prévios, todos os compósitos diminuíram significativamente, porém para o compósito de consistência fluida houve uma redução de 40,8%, coincidindo com o percentual de redução média da viscosidade do grupo G1 que variou 42,4%. Já para a resina composta convencional apresentou cerca de 92,2% (Spectrum TPH3), coincidindo com o grupo G3 que reduziu cerca de 93,9% a sua viscosidade com o aquecimento. (AL-AHDAL; SILIKAS; WATTS, 2014).

Foi possível observar que a força de cisalhamento aplicada durante o presente teste pode ter contribuído para o aumento da viscosidade, pois os compósitos possuem comportamentos reológicos distintos. Compósitos de resina são altamente preenchidos com partículas inorgânicas e uma matriz orgânica, sendo assim, possuem comportamentos semelhantes a líquidos e sólidos (AL-AHDAL; SILIKAS; WATTS, 2014). Essas misturas geralmente apresentam propriedades reológicas complexas, como o adelgaçamento (isto é, a viscosidade diminui à medida que a taxa de cisalhamento aumenta), tixotropia (isto é, a viscosidade depende do tempo) ou tensão de escoamento (ou seja, o material não flui se o estresse aplicado é insuficiente (DE KEE 1994). Para complementar a análise, a curva de aquecimento-resfriamento (Fig.15) apontou um aspecto importante do G2, que não retornou ao mesmo patamar da viscosidade inicial, demonstrando-se uma opção de material interessante para cimentação de cerâmicas quando comparada aos outros materiais utilizados na presente pesquisa.

Outro motivo para o pré-aquecimento de resinas compostas é o grau de conversão aumentado devido ao aquecimento do material.

Segundo DARONCH et al 2005, com o aumento da temperatura do compósito, os radicais livres e as cadeias poliméricas tornam-se mais móveis pela diminuição de viscosidade e reagem em maior escala, resultando em uma reação de polimerização mais completa e mais reticulada. Este aumento da conversão de monômeros em polímeros pode elevar as propriedades mecânicas e uma maior resistência ao desgaste dos materiais. (LUCEY et al., 2010, NADA et al., 2011). No presente estudo o grau de conversão dos materiais utilizados na pesquisa como agentes de cimentação, foram avaliados e comparados utilizando um Espectrofotômetro com Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR), metodologia indicada para esta avaliação (FRÓES-SALGADO et al., 2010). Os resultados do grau de conversão apresentaram similaridades entre todos os grupos G1; G2; G3; G4. Significa dizer que devido a padronização dos resultados, as propriedades mecânicas, que poderiam ser afetadas por conta de uma polimerização deficiente não foram existentes. O achado deste estudo foi de acordo com artigos prévios, que também não obtiveram diferenças no grau de conversão entre os grupos agentes de cimentação da pesquisa submetidos ao aquecimento (LOHBAUER et al 2009, FRÓES-SALGADO et al., 2010). Portando a hipótese II foi parcialmente aceita, já que o grau de conversão do G1 apresentou melhores resultados.

As espessuras de película também foram analisadas entre os diferentes grupos de agentes de cimentação, G1; G2; G3; G4, a fim de compará-los e investigar a sua influência na resistência da cerâmica feldspática. O pré-aquecimento pode ser obtido colocando-se as resinas compostas diretamente sobre a peça cerâmica na plataforma de aquecimento, ou até mesmo as seringas do material acoplados em dispositivos de aquecimento (DOS SANTOS et al., 2011). Nesse estudo foi utilizado um dispositivo de aquecimento chamado de HotSet, outros dispositivos com a mesma linha de funcionamento, como o CalSet (AdDent Inc.; Danbury, Connecticut, USA) estão disponíveis e são amplamente utilizados para pesquisas clínicas e laboratoriais (RICKMAN; PEDIPATVUTHIKUL; CHEE, 2011; DEB et al, 2011; D'ARCANGELO et al, 2012). No presente estudo houve uma diferença significativa entre todos os grupos testados, com o G1: apresentando a espessura de película mais fina e o grupo G4: o mais espesso. Este resultado está de acordo com a literatura que afirma que os materiais restauradores, com maior quantidade de carga apresentam maior viscosidade, consequentemente formam películas mais espessas (LUCEY., et al 2010; WAGNER et al., 2018). Resultado similar foi encontrado por Da Costa et al., 2009 em que o tratamento térmico diminui

a viscosidade dos materiais e reduziu a espessura de película formada, porém não a mesma proporção para todos os materiais. Uma sensibilidade da técnica é o tempo de emprego para retirar a resina restauradora aquecida do dispositivo de aquecimento pode ter sido suficiente para resfriar o material e a recuperação parcial da sua viscosidade, de modo a não reduzir a espessura de película conforme o esperado (DARONCH et al., 2005), estima-se quando um compósito é aquecido até 60°C e removido do dispositivo, a temperatura diminui 50% após 2 min e 90% após 5 min. Por isso, nesse estudo foram realizados os aquecimentos na placa de aquecimento do dispositivo HotSet, para melhor estabilização e constância de calor. Embora as informações dos fabricantes mostrem similaridade entre a composição da matriz e proporção de carga entre os materiais, não é incomum que materiais classificados em uma mesma categoria, porém de fabricantes diferentes, apresentem respostas distintas à esta análise (BLALOCK et al., 2006). Estes resultados e podem ser explicados pela maior quantidade de monômeros diluentes e/ou menor tamanho e quantidade de carga conduzindo à menor viscosidade dos cimentos resinosos (BLALOCK et al., 2006; CHEE, 2011; DEB et al, 2011; D'ARCANGELO et al, 2012).

Muito poucos estudos apresentam a análise clínica da espessura de película envolvendo o aquecimento das resinas. Em avaliação clínica realizada por D'Arcangelo et al., 2012, em dentes restaurados com facetas de porcelana cimentadas em esmalte dentário com resina restauradora Enamel Plus HFO (Micerium, Genova, Itália) aquecidas à 39°C, o autor considerou ter obtido sucesso com o emprego deste material para cimentação, dentro dos critérios avaliados na pesquisa.

A espessura de película do cimento, de acordo com LIU et al., 2008, deve ser a menor possível para minimizar possíveis comprometimento na interface adesiva, pois maiores tensões se desenvolvem no cimento à medida que a espessura de película aumenta, e este sugere uma espessura de 50 µm. Um método auxiliar para melhorar o comportamento reológico da resina composta com alto conteúdo de partículas de carga, é a aplicação adicional de pontas ultrassônicas sobre a cerâmica, que através de movimentos de cisalhamento diminuem a viscosidade do material (SCHMIDLIN et al, 2005)

Diante dos resultados encontrados o G1, foi o que mais chegou perto dessa espessura, fato este que pode ser explicado pela maior quantidade de monômeros diluentes e/ou menor tamanho e quantidade de carga, conduzindo à menor viscosidade deste material. Porém as espessuras encontradas para as resinas pré-aquecidas entre 100 a 250 µm também são aceitas na literatura (BOENING et al., 2000; 2008; REICH.,

2008). Vale ressaltar que o G2 foi o grupo que apresentou a menor espessura de película, 106 μm , quando comparado com os agentes de cimentação de alta carga inorgânica. Sendo assim, a hipótese II foi aceita.

Um aspecto importante relacionado ao efeito fortalecedor é a infiltração do agente cimentante nas porosidades superficiais obtidas após o condicionamento ácido fluorídrico (MARQUIS, 1992), formando um contato íntimo e homogêneo entre eles. Por essa razão uma análise de MEV foi utilizado para observar a adaptação à cerâmica dos diferentes agentes de cimentação testados, sendo eles, G1; G2; G3; G4, e sua capacidade em penetrar as irregularidades/porosidades. Pesquisas apontam que as diferenças de viscosidade dos materiais poderiam afetar sua capacidade de preencher as irregularidades (SPAZZIN et al., 2017) Porém todos os agentes obtiveram a capacidade de preencher as irregularidades. Isso pode ter ocorrido devido a aplicação de adesivo previamente ao cimento, já que a literatura sugere a aplicação de um adesivo de baixa viscosidade para preencher todas as irregularidades superficiais da cerâmica caso os agentes de cimentação altamente viscosos sejam utilizados (NAVES et al., 2010). Portanto a hipótese III foi aceita.

O teste de resistência a flexão biaxial foi realizado no presente estudo, com o objetivo de avaliar a influência do agente de cimentação, G1; G2; G3; G4 na resistência da cerâmica feldspática. ADDISON, MARQUIS, FLEMING, 2007; ADDISON, SODHI, FLEMING, 2010; SPAZZIN et al., 2016, SPAZZIN et al., 2017). Um grupo controle, G5, foi utilizado, a fim de comparação, sem nenhum preparo de superfície e aplicação de agente cimentante. O RFB dos espécimes de cerâmica-agente de cimentação foi calculado nas posições z-axiais no centro dos discos, onde a superfície da cerâmica na interface adesiva estava localizada na posição $z=0$ e a superfície $z=-t_2$ que corresponde a superfície do agente cimentante, acima do anel da configuração “ball-on-ring” (SPAZZIN et al., 2016). Os achados para RFB dos espécimes para a posição $z=0$, todos os agentes de cimentação dos grupos G1; G2; G3, apresentaram maiores resistência a flexão biaxial do que o G5, exceto para o G4 que foi estatisticamente semelhante ao G5. Esse fato pode ser explicado pela maior viscosidade encontrada nesse material ainda após o tratamento térmico à 69°C. O grupo G2 apresentou valores significativamente maiores que todos os demais grupos. A explicação para esse achado está na composição no maior conteúdo de carga inorgânica desse agente de cimentação, impactando positivamente no efeito fortalecedor da cerâmica, consequentemente proporcionando maior

valor na resistência ao conjunto cerâmica- agente de cimentação (ILLIE, RENCZ, HICKEL, 2013). Além disso, foi realizada uma análise de Weibull para obter dois parâmetros, módulo de Weibull (m), expressando a variação na distribuição dos valores de força e a resistência característica (σ_0), representando a tensão que faz com que 63,2% das amostras fracassem. O valor do módulo de Weibull é utilizado como critério para a determinação da qualidade dos espécimes cerâmicos, e a confiabilidade estrutural dos mesmos (GRIGGS, ZHANGS, YUNGLONG, 2003). Quanto maior o valor menor é a dispersão de dados de resistência a flexão. Motivo pela qual os espécimes do grupo G5: cerâmica pura apresentaram maiores valores. No presente estudo não foi observada diferença estatística para os grupos de G2; G3; G4 quando comparadas ao G5. Porém o grupo G1 apresentou valores significativamente inferiores ao grupo controle, o que significa dizer que maior variabilidade estrutural foi encontrada nos espécimes desse grupo.

Para a análise de resistência característica, que é utilizada como um parâmetro de referência dos resultados, pois define quão alto e quão baixo é a resistência da cerâmica, todos os agentes de cimentação foram capazes de reforçar a cerâmica testada e apresentaram similaridade entre si, exceto o G2 e G4, resultado este que confirma a importância da seleção da resina composta para a técnica de pré-aquecimento é importante. Para a posição $z = -t_2$, houve uma diferença significativa da resistência à flexão biaxial e resistência característica, sendo a o G4 superior aos demais grupos, e o G1 os valores inferiores a todos os demais valores. O maior valor do grupo G4, demonstra que materiais com maior resistência não necessariamente promovem maior reforço à cerâmica. O valor do módulo de Weibull nessa posição todos os grupos foram similares entre si, significando de dizer confiabilidade estrutural para todos os grupos. Portanto a hipótese I foi parcialmente aceita.

7 CONCLUSÃO

Com base nos resultados encontrados pode-se concluir que a resina composta convencional pré-aquecida aumentou a resistência da cerâmica feldspática, com destaque para a Filtek Z100(3M ESPE).

Sendo assim, a resina composta convencional pré-aquecida é uma opção para cimentação de laminados de cerâmica feldspática. Entretanto, para a escolha da resina composta para este fim, deve-se levar em consideração os diferentes tipos de composições dos agentes de cimentação.

REFERÊNCIAS

- ADDISON, O; MARQUIS, PM; FLEMING, GJ. Quantifying the strength of a resin-coated dental ceramic. **Journal Dental Research**. v.87, n.6, p. 542-7, 2008.
- ADDISON, O; MARQUIS, PM.; FLEMING, GJ. Resin elasticity and the strengthening of all-ceramic restorations. **Journal of Dental Research**, v.86, n.6, p.519-523, 2007a.
- ADDISON, O; SODHI, A; FLEMING, GJP. Seating load parameters impact on dental ceramic reinforcement conferred by cementations with resin-cemets. **Dental Materials**. v.26, n.9, p.915-921, 2010.
- AL-AHDAL, K; SILIKAS, N; WATTS, DC. Rheological properties of resin composites according to variations in composition and temperature. **Dental Materials**, v. 30, n. 5, p. 517–524, 2014.
- ALMEIDA, JR. *et al.* Resin-based luting agents and color stability of bonded ceramic veneers. **Journal Prosthetic Dentistry**, v.114, n.2, p.272-7, 2015.
- ARCHEGAS, LR, *et al.* Colour stability and opacity of resin cements and flowable composites for ceramic veneer luting after accelerated ageing. **Journal of Dentistry**, v.39, n.11, p. 804- 10, 2011.
- BABU, MR. *et al.* Comparative analysis for selection of resin luting cements based on filler content: an in vitro study. **Journal of Contemporary Dental Practice**, v.13, n.4, p.481-6, 2012.
- BEUN, S. *et al.* Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. **Dental Materials**. v.23, n.1 p. 51-59, 2007
- BICALHO, AA. *et al.* Effect of temperature and humidity on post-gel shrinkage, cusp deformation, bond strength and shrinkage stress-construction of chamber to simulate the oral environment. **Dental Materials**. v.31, n.12 ,p.1523-1532, 2015.

BOENING, KW. *et al.* Clinical fit of procera Allceram crowna. **The Journal Prosthetic Dentistry**. v.84, n.4. p. 419-424, 2000.

CALAMIA JR, CALAMIA CS. Porcelain laminate veneers: reasons for 25 years of success. **Dental Clinics of North America**, v.51, n.2, p.399-417, 2007.

CAO X, FLEMING GJP, ADDISON O. The impact of resin-coating on sub-critical crack extension in a porcelain laminate veneer material. **Dental Materials**, v.33, p. 498–504, 2017.

CHUNLING, G. *et al.* Effect of porcelain and enamel thickness on porcelain veneer failure loads in vitro. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v.111, p.380-387, 2014.

CONRAD, HJ.; SEONG, WK.; PESUN, I.J. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: A systematic review. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v.98, n.5, p.389-404, 2007.

D'AMARIO, M. *et al.* Effect of repeated preheating cycles on flexural strength of resin composites. **Operative Dentistry**. v.38, n.1, p. 33-8. 2013.

D'ARCANGELO, C. *et al.* Clinical evaluation on porcelain laminate veneers bonded with light-cured composite: results up to 7 years. **Clinical Oral Investigations**, v.16, n.4, p.1071-9, 2012.

DA COSTA, J. *et al.* Effect of heat on the flow of commercial composites. **American Journal of Dentistry**. v.22, n.2, p. 92-6, 2009.

DARONCH, M. *et al.* Effect of composite temperature on in vitro intrapulpal temperature rise. **Dental Materials**, v.23, n.10, p.1283-8, 2006.

DARONCH, M. *et al.* Monomer Conversion of Pre-heated Composite. **Journal of Dental Research**, v.84, n.7, p.663-667, 2005.

DE KEE, D; CHAN MAN FONG, CF. Rheological properties of structured fluids. **Polymer Engineering Science**, v.34, n.4, p. 438-445, 1994.

DEB S, *et al.* Pre-warming of dental composites. **Dental Materials**, v.27, n.4, p.51-9, 2010.

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

FASBINDER, DJ. Restorative material options for CAD/CAM restorations. **Compendium of Continuing Education in Dentistry**, v.23, n.10, p.911-916, 2002.

FILHO, AM; DE SOUZA, CN. Desmistificando a cimentação adesiva de restaurações cerâmicas. **Clinica International Journal of Brazilian Dentistry**, São José, v.1, n.1, p. 50-7, 2005.

FLEMING GJ. *et al.* The strengthening mechanism of resin cements on porcelain surfaces. **Journal of Dental Research**, v.85, n.3, p.272-276, 2006.

FLEMING, GJ; HOOI, P; ADDISON, O; The influence of resin flexural modulus on the magnitude of ceramic strengthening. **Dental Materials**, v.28, n., p.769-76, 2012.

FRADEANI M, REDEMAGNI M, CORRADO M. Porcelain laminate veneers: 6- to 12-year clinical evaluation-a retrospective study. **International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry**, v.25, p.9-17, 2005.

FRÓES-SALGADO, NR. *et al.* Composite pre-heating: effects on marginal adaptation, degree of conversion and mechanical properties. **Dental Materials**. v.26, n.9, p. 908-14, 2010.

GRESNIGT, MMM. *et al.* Effect of luting agent on the load to failure and accelerated- fatigue resistance of lithium disilicate laminate veneers. **Dental Materials**, v.33, n.12, p.1392-1401, 2017.

GRIGGS, A.J; ZHANGS, YUNGLONG. Determining the confidence intervals of weibull parameters estimated using a more precise probability estimator. **Journal of materials science letters**. v.22, p. 1771-1773, 2003.

GUESS, PC. *et al.* All-ceramic systems: laboratory and clinical performance. **Dental Clinics of North America**, v.55, n.2, p.333-52, 2011.

HILL EE. Dental cements for definitive luting: a review and practical clinical considerations. **Dental Clinics of North America**, v.51, n.3, p.643-58, 2007.

HSUEH CH, LANCE MJ, FERBER MK. Stress distributions in thin bilayer discs subjected to ball-on-ring tests. **Journal of the American Ceramic Society**, v. 88, p.1687–1690, 2005.

HUANG CW, HSUEH CH. Piston-on-three-ball versus piston-on-ring in evaluating the biaxial strength of dental ceramics. **Dental Materials**. v.27, n.6, p.117-23, 2011.

ILLIE, N; RENCZ, A; HICKEL, R; Investigations towards nano-hybrid resin-bases composites. **Clinical Oral Investigations**. v.17, n.1, p.185-193. 2013.

JASSÉ, FF. *et al.* Influence of filler charge on gloss of composite materials before and after in vitro toothbrushing. **Journal of Dentistry**, v. 41, n. SUPPL.5, p. 2–5, 2013.

KRAMMER MR, EDELHOFF D, STAWARCZKYK B. Flexural Strength of Preheated Resin Composites and Bonding Properties to Glass-Ceramic and Dentin. **Materials**, v.9, n.83, p.1-14, 2016.

LEE JH, UM CM, LEE IB. Rheological properties of resin composites according to variations in monomer and filler composition. **Dental Materials**, v. 22, p. 515-526, 2006.

LIU, HL. *et al.* Numerical investigation of macro- and- mechanics of a ceramic veneer bonded with various cement thicknesses using the typical and submodeling finite element approaches. **Operative Dentistry**. v.37, n.2, p.141-148, 2009.

LOHBAUER, U. *et al.* The effect of resin composite pre-heating on monomer conversion and polymerization shrinkage. **Dental Materials**, v.25, n.4, p.514-519, 2009.

LUCEY, S. *et al.* Effect of pre-heating on the viscosity and microhardness of a resin composite. **Journal of Oral Rehabilitation**, v.37, p.278–282, 2010.

MAGNE, P; KNEZEVIC, A; Thickness of CAD/CAM composite resin overlays influences fatigue resistance of endodontically treated premolars. **Dental Materials**. v.25, p.1264-68, 2009.

MARQUIS, PM. The influence of cements on the mechanical performance of dental ceramics. **Bioceramics** 5, p.317-324, 1992.

MARTINS LM, *et al.* Comportamento biomecânico das cerâmicas odontológicas: revisão. *E A Cerâmica*, v.56, n.1, p.148-155, 2010.

MORAES, RR. *et al.* Light-activation of resin cement through ceramic: relationship between irradiance intensity and bond strength to dentin. **Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials**, v. 85, p. 160–165, 2008.

NADA K, EL-MOWAFY. Effect of pre-curing warming on mechanical properties of restorative composites **International Journal of Dentistry**, 2011.

NATHANSON, PM. Principles of porcelain use as an inlay/onlay material In: Garber DA, Goldstein RE (eds) *Porcelain and Composite:*

Inlays and Onlays: Esthetic Posterior Restorations Quintessence, Chicago 23-34, 1994.

NAVES, LZ. *et al.* Surface/interface morphology and bond strength to glass ceramic etched for different periods. **Operative Dentistry**. v.35, p. 420–7, 2010.

PAGNIANO RP. *et al.* The effect of a layer of resin luting agent on the biaxial flexure strength of two all-ceramic systems. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 93, p.459–466, 2005.

PEGORARO TA, DA SILVA NR, CARVALHO RM. Cements for use in esthetic dentistry. **Dental Clinics of North America**, v.51, n.2, p.453-71, 2007.

PEUMANS, M. *et al.* A prospective ten-year clinical trial of porcelain veneers. **Journal of Adhesive Dentistry**, v.6, n.1, p.65-67, 2004.

RASHID, H. *et al.* Advancements in all-ceramics for dental restorations and their effect on the wear of opposing dentition. **European Journal of Dentistry**, v.110, n.4, p.583-588, 2016.

REICH, S. *et al.* Marginal fit of heat-presses vs CAD/CAM processed all-ceramic onlay using a milling unit prototype. **Operative Dentistry**. v.33, n.6, p.644-650, 2008.

ROSENSTIEL, SF; LAND, MF; CRISPIN, BJ. Dental luting agents: A review of the current literature. **Journal Prosthetic Dentistry**. v.80, n. 3, p. 280-301, 1998.

SCHMIDLIN, PR. *et al.* Interface evaluation after manual and ultrasonic insertion of standardized class I inlays using composite resin materials of different viscosity. **Acta Odontologica Scandinavica**. v.63, n.4, p.205–212, 2005

SOARES LD. *et al.* Mechanical reliability of air-abraded and acid etched bonded feldspar ceramic. **Dental Materials**, v. 32. p. 433–441, 2016.

SPAZZIN, AO. *et al.* Strengthening of porcelain provided by resin cements and flowable composites. **Operative Dentistry**, v.41, n.2, p.179-88, 2016.

SPAZZIN, AO. *et al.* Ceramic strengthening by tuning the elastic moduli of resin-based luting agent. **Dental Materials**, v.33, n.3, p.358-366, 2017.

TRUJILLO, M. *et al.* Use of near-IR to monitor the influence of external heating on dental composite photopolymerization. **Dental Materials**, v. 20, p. 766-777, 2004.

VALENTINI, F. *et al.* Influence of glass particle size of resin cements on bonding to glass ceramic: SEM and bond strength evaluation. **Microscopy Research Technique**, v.77, p. 363–367, 2014.

VARGAS, MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part II: core and veneer materials. **The Journal Prosthetic Dentistry**, v.88, n.1, p.10-15, 2002.

WAGNER, WC. *et al.* Effect of preheating resin composite on restoration microleakage. **Operative Dentistry**, v.33, n.1, p.72-8, 2008.

ZENG K, ODEN A, ROWCLIFFE D. Evaluation of mechanical properties of dental ceramic core materials in combination with porcelains. **International Journal of Prosthodontics**, v. 11, p.183-189, 1998.

