

## INFLUÊNCIA DO CONTEÚDO DE CARGA INORGÂNICA DE CIMENTOS RESINOSOS E O USO DE ADESIVO NA CIMENTAÇÃO DE LAMINADOS CERÂMICOS

FABÍOLA JARDIM BARBON<sup>1</sup>; RAFAEL RATTO DE MORAES<sup>2</sup>; CRISTINA PEREIRA ISOLAN<sup>3</sup>; ALOÍSIO ORO SPAZZIN<sup>4</sup>; NOÉLI BOSCATO<sup>5</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [fab\\_i\\_barbon@hotmail.com](mailto:fab_i_barbon@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [moraesrr@gmail.com](mailto:moraesrr@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [cristinaisolan1@hotmail.com](mailto:cristinaisolan1@hotmail.com)

<sup>4</sup>Faculdade Meridional IMED – [aospazzin@yahoo.com.br](mailto:aospazzin@yahoo.com.br)

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – [noeliboscato@gmail.com](mailto:noeliboscato@gmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

As cerâmicas feldspáticas estão sendo bastante utilizadas para confecção de laminados em dentes anteriores devido às suas excelentes propriedades estéticas atribuídas principalmente à sua composição com grande conteúdo de fase vítrea (RASHID et al., 2016). Em função deste mesmo aspecto, estas cerâmicas apresentam limitadas propriedades mecânicas, tendo seu sucesso clínico dependente dos procedimentos de cimentação (ADDISON; MARQUIS; FLEMING, 2008).

Atualmente os cimentos resinosos (CRs) estão sendo largamente utilizados pois necessitam de técnicas menos sensíveis (BOSCATO; PEREIRA-CENCI; MORAES, 2014) e devido as melhorias nas suas propriedades mecânicas. O aumento no conteúdo de carga inorgânica do CR pode providenciar melhorias nas suas propriedades mecânicas. Por outro lado, o aumento da viscosidade que ocorre em função disso aumentará a espessura de película, o que pode limitar a penetração do cimento nas retenções criadas na superfície da cerâmica após efetuado o tratamento de superfície (SPAZZIN et al., 2017). Se estas retenções, originadas após o condicionamento com ácido fluorídrico não forem adequadamente preenchidas, a interface adesiva pode ficar comprometida podendo diminuir a resistência de união do conjunto restaurador (SPAZZIN et al., 2017). As retenções originadas pelo condicionamento de superfície da cerâmica podem ser preenchidas por adesivo que é utilizado na superfície da restauração, porém ainda há pouca evidência científica sobre a influência do uso ou não de adesivo na interface adesiva do conjunto cerâmica-cimento (YOUM et al., 2015).

Este estudo avaliou a influência do conteúdo de carga inorgânica dos CRs e o uso ou não de adesivo na resistência à microtração ( $\mu$ TBS), resistência à flexão biaxial ( $\sigma_{bf}$ ) e morfologia da interface adesiva de três CRs experimentais com baixo, intermediário e alto conteúdo de carga inorgânica (55%, 65% e 75% fração de massa em peso, respectivamente) unidos a uma cerâmica feldspática.

### 2. METODOLOGIA

A matriz orgânica dos CRs experimentais foi de 1:1 de UDMA e TEGMA, sendo utilizado também a canforoquinona, como fotoiniciador e EDAB como co-iniciador. Quanto a carga inorgânica os CRs foram confeccionados com baixo, intermediário e alto teor de carga inorgânica (55% [Low], 65% [Intermediate] e 75% [High] em fração de massa em peso, respectivamente). O RelyX Veneer [Commercial], (3M ESPE) foi usado como referência comercial (66% em fração de massa em peso).

Três amostras de cada CR foram testadas em um reômetro de placas paralelas (R/S-CPS+; Brookfield Ametek, Middleboro, MA, EUA) com um

controlador de temperatura para medir o comportamento viscoelástico dos materiais. Nas análises do módulo de elasticidade ( $E$ ) e coeficiente de Poisson ( $\nu$ ), três amostras retangulares ( $60 \times 10 \times 4$  mm) de cada CR, foram testadas 24 h após o armazenamento em água a  $37^\circ\text{C}$  utilizando uma técnica de excitação por impulso (Sonelastic; ATCP Engenharia Física, Ribeirão Preto, SP, Brasil). O grau de conversão ( $C=C$ ) de todos os CRs ( $n=3$ ) foi avaliado usando espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (Prestige 21; Shimadzu, Tóquio, Japão).

Blocos cerâmicos (Vitabloks Mark II A1C; Vita Zahnfabrik, Alemanha) foram preparados de acordo com o teste, originando oito grupos de acordo com os diferentes CRs e uso de adesivo [Ad], ( $n=30$ ). As variáveis resposta foram a  $\mu\text{TBS}$  (palitos [1mm~]),  $\sigma_{bf}$  (discos [12mm  $\times$  0,8mm]), bem como suas respectivas resistências características ( $\mu_0$  e  $\sigma_0$ , todos em MPa) e módulos Weibull ( $m$ ). Todos os espécimes foram cimentados de acordo com metodologia previamente descrita (SPAZZIN et al., 2017).

Após o teste de  $\mu\text{TBS}$ , os espécimes fraturados foram examinados com ampliação óptica de  $40\times$  e os modos de falha foram classificados como falha adesiva (falha interfacial) ou falha mista (falha envolvendo mais de um substrato como o compósito de resina, CR e/ou a superfície de cerâmica). Falhas prematuras não foram consideradas. Cinco espécimes de cada grupo foram lavados ultrassonicamente com água destilada por 30 min, secos a  $37^\circ\text{C}$ , revestidos com ouro e examinados usando Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) (JSM-6610; JEOL Ltd., Tóquio, Japão) para determinar a origem da fratura com base nos princípios fractográficos.

Foram obtidas amostras de cerâmica-CR-cerâmica para os oito grupos testados ( $n=3$ ) para observar a morfologia das interfaces adesivas. Estes espécimes foram também utilizados para uma análise adicional da espessura de película de cimentação nos diferentes grupos. Essas análises foram realizadas com uso de MEV (JSM-6610; JEOL Ltda., Tóquio, Japão).

Os dados de  $E$ ,  $\nu$  e  $C=C$  foram calculados usando análise de variância de uma via seguida do teste de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). Para a viscosidade,  $\mu\text{TBS}$  e  $\sigma_{bf}$  os dados foram calculados com análise de variância "on ranks". Intervalos de confiança para as médias (95% IC) foram calculados para  $\mu_0$ ,  $\sigma_0$  e  $m$ .

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento do conteúdo de carga inorgânica produziu aumento de  $E$  ( $p=0,004$ ),  $C=C$  ( $p<0,001$ ) e viscosidade ( $p=0,016$ ) dos CRs experimentais; enquanto  $\nu$  ( $p=0,206$ ) não foi influenciado.

A  $\mu\text{TBS}$  e  $\mu_0$  da  $\mu\text{TBS}$  está resumida na Tabela 1. A análise de Weibull para todos os grupos e a  $\mu\text{TBS}$  pode ser observada na Figura 1A. A  $\mu\text{TBS}$  e a  $\mu_0$  foram maiores para o grupo Commercial-Ad seguido pelo grupo Intermediário-Ad e menor para o grupo High ( $p<0,001$ ). O uso do adesivo aumentou significativamente a  $\mu\text{TBS}$  e  $\mu_0$  para os grupos High-Ad e Commercial-Ad ( $p<0,001$ ). O uso do adesivo não influenciou os valores de  $\mu_0$  para o grupo Low. O  $m$  apresentou diferença significativa entre os grupos High e High-Ad. Para todos os grupos as falhas adesivas e mistas ocorreram respectivamente como segue: Commercial (61% e 39%); Commercial-Ad (41% e 59%); Low (46% e 54%); Low-Ad (54% e 46%); Intermediate (33% e 67%); Intermediate-Ad (43% e 57%); High (42% e 58%) e High-Ad (26% e 74%).

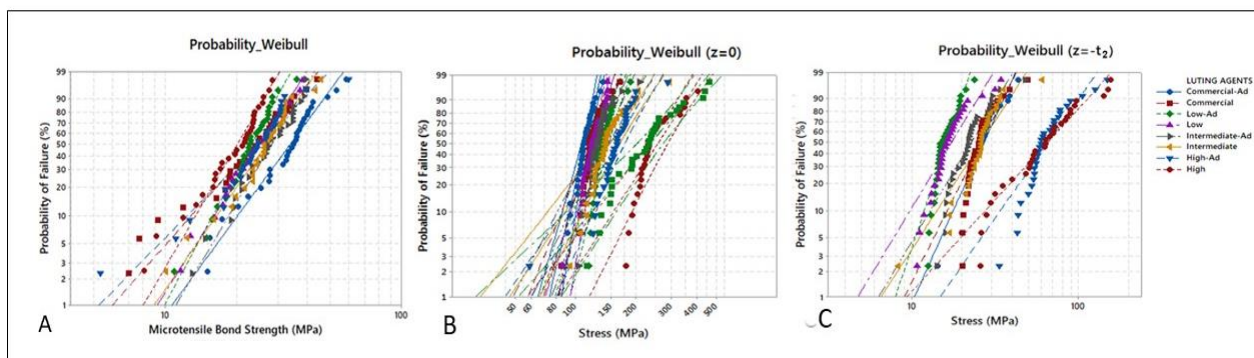
A Figura 2 mostra a morfologia das interfaces de cimentação para os grupos Low, Low-Ad, High e High-Ad. O uso de adesivo ajudou a preencher as irregularidades nas retenções criadas pelo condicionamento ácido. A análise da

espessura do filme é apresentada na Figura 3. Os grupos High e High-Ad apresentaram maiores medidas de espessura de película na interface de cimentação, enquanto os menores valores de espessura foram encontrados para os grupos Low e Low-Ad.

**Tabela 1**– Média (DP) da resistência a microtração ( $\mu$ TBS), n=30.

	$\mu$ TBS, MPa		$\mu_0$ , MPa	
	Com adesivo	Sem adesivo	Com adesivo	Sem adesivo
RelyX Veneer	33.9 (10.3) <sup>A,a</sup>	26.0 (7.4) <sup>AB,b</sup>	37.6 (33.8 – 41.7) <sup>A,a</sup>	28.1 (25.1 – 31.4) <sup>A,b</sup>
Low	23.4 (5.0) <sup>C,a</sup>	25.1 (6.9) <sup>AB,a</sup>	25.3 (23.5 – 27.3) <sup>C,b</sup>	27.6 (25.2 – 30.3) <sup>A,a</sup>
Intermediate	28.9 (6.4) <sup>AB,a</sup>	28.1 (6.5) <sup>A,a</sup>	31.5 (29.2 – 34.0) <sup>AB,a</sup>	30.4 (28.0 – 33.6) <sup>A,a</sup>
High	25.6 (5.8) <sup>BC,a</sup>	21.4 (4.1) <sup>B,b</sup>	29.8 (26.1 – 34.0) <sup>ABC,a</sup>	23.1 (21.5 – 24.6) <sup>B,b</sup>

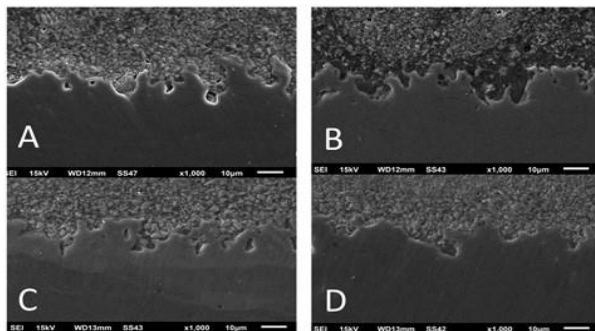
Diferentes letras maiúsculas na mesma coluna e minúsculas nas linhas representam diferença significativa entre os diferentes CRs e o uso ou não de adesivo ( $p < 0.05$ ).



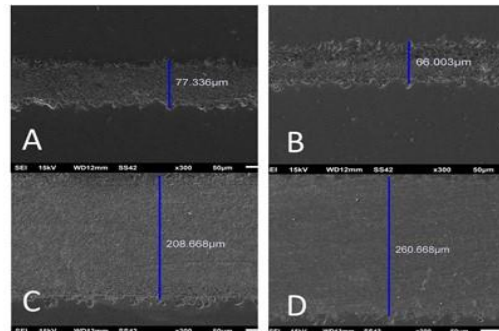
**Figura 1:** Módulo de Weibull dos dados de (A)  $\mu$ TBS; e  $\sigma_{bf}$  nas posições axiais (B)  $Z=0$  e (C)  $Z=-t_2$ .

Um estudo anterior mostrou uma correlação positiva entre o conteúdo de carga inorgânica e melhorias nas propriedades mecânicas e desempenho dos materiais resinosos (BABU et al., 2012), onde obteve-se maiores valores de  $E$ . No entanto, os CRs com maiores valores de viscosidade não preencheram as retenções originadas pelo condicionamento na superfície da cerâmica (Figura 2C). Tal aspecto resultou em aumento da espessura da película e interface adesiva inadequada (Figura 3C). , como já relatado anteriormente na literatura (SPAZZIN et al., 2017). Essa diferença na viscosidade pode alterar a molhabilidade do CR (SAMPAIO et al., 2017), especialmente quando o adesivo é usado previamente. Isso pode ser verificado neste estudo, onde o CR com maior viscosidade (High) apresentou dificuldade em preencher as irregularidades da superfície da cerâmica condicionada quando o adesivo não foi utilizado (Figura 2C). Quando comparado o grupo High e High-Ad, o uso do adesivo aumentou significativamente os valores de  $\mu$ TBS (Tabela 1). A aplicação do adesivo na superfície da cerâmica, previamente ao uso do CR com alto teor de carga, aumentou também o número de falhas mistas, o que pressupõe melhorias na interface adesiva. Nos grupos que utilizaram adesivo, as superfícies fraturadas revelaram eventos de fratura iniciando no adesivo e atingindo o CR.

Os grupos High-Ad e High apresentaram os maiores valores de  $\sigma_{bf}$  e  $\sigma_0$  nas posições axiais  $z=0$  e  $z=-t_2$  ( $p < 0,001$ ), corroborando estudo prévio que mostrou melhora no fortalecimento de cerâmicas feldspáticas utilizando CRs com maior  $E$  (SPAZZIN et al., 2017). No entanto, a confiabilidade estrutural foi influenciada negativamente pelo conteúdo de carga inorgânica, uma vez que os grupos High e High-Ad apresentaram os menores valores de  $m$  em ambas as posições axiais. Os gráficos de Weibull para todos os grupos nas posições axiais  $z=0$  e  $z=-t_2$  são mostrados nas Figuras 1B e 1C, respectivamente.



**Figura 2:** Imagens em MEV da interface adesiva (x1000) (A e B) Low, sem e com adesivo respectivamente e (C e D) High, sem e com adesivo respectivamente.



**Figura 3:** Imagens em MEV da espessura de película (x300) (A e B) Low, sem e com adesivo respectivamente e (C e D) High, sem e com adesivo respectivamente.

#### 4. CONCLUSÕES

Maior módulo de elasticidade e reforço cerâmico foram observados para CR com maior conteúdo de carga inorgânica. No entanto, o CR com maior conteúdo de carga inorgânica apresentou maior viscosidade, originando maior espessura de película de cimentação e menor resistência de união quando o adesivo não foi utilizado. No cenário clínico, os cirurgiões dentistas devem considerar o uso do adesivo para preencher as irregularidades da superfície da cerâmica condicionada, quando são usados CRs com alta viscosidade.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADDISON, O.; FLEMING, G. J. Application of analytical stress solutions to bi-axially loaded dental ceramic-dental cement bilayers. **Dental Materials**, v.24, n.10, p.1336-1342, 2008.
- BABU, M. R., RAVIKIRAN, V., VINOD, V. et al. Comparative analysis for selection of resin luting cements based on filler content: an in vitro study. **The journal of contemporary dental practice**, v.13, n.4, p.481-486, 2012.
- BOSCATO, N.; DELLA BONA, A.; CURY, A.D.B. Influence of ceramic pre-treatments on tensile bond strength and mode of failure of resin bonded to ceramics. **American Journal of Dentistry**, v.20, n.2, p.103-108, 2007.
- RASHID, H., SHEIKH, Z., MISBAHUDDIN, S. et al. Advancements in all-ceramics for dental restorations and their effect on the wear of opposing dentition. **European journal of dentistry**, v.10, n.4, p.583-588, 2016.
- SAMPAIO, C. S., BARBOSA, J. M., CÁCERES, E. et al. Volumetric shrinkage and film thickness of cementation materials for veneers: An in vitro 3D microcomputed tomography analysis. **The Journal of prosthetic dentistry**, v.117, n.6, p.784-791, 2017.
- SPAZZIN, A. O., BACCHI, A., ALESSANDRETTI, R. et al. Ceramic strengthening by tuning the elastic moduli of resin-based luting agents. **Dental Materials**, v.33, n.3, p.358-366, 2017.
- YOUN, S.H. JUNG, K.H.; SON, S.A.; KWON, Y.H.; PARK, J.K. Effect of dentin pretreatment and curing mode on the microtensile bond strength of self-adhesive resin cements. **Journal Adhesive Dentistry**, v.7, n.4, p.317-322, 2015.