



Universidade Federal do Paraná

**AVALIAÇÃO DA NANODUREZA DE TRÊS CIMENTOS
RESINOSOS PARA FIXAÇÃO DE PINOS INTRA-RADICULARES**

**Projeto de Pesquisa
Monografia
Especialização Prótese Dentária**

Renata Thomazini de Queiroz

Professor Orientador: Prof. Dr. Nerildo Ulbrich

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Paula Gebert de Oliveira Franco

Co-orientador: Prof. Dr. Sérgio Vieira

Co-orientador: Prof. Dr. Marcio José Fraxino Bindo

Curitiba - PR

2010-11

RENATA THOMAZINI DE QUEIROZ

AVALIAÇÃO DA NANODUREZA DE TRÊS CIMENTOS
RESINOSOS PARA FIXAÇÃO DE PINOS INTRA-RADICULARES

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção de grau de especialista em Prótese Dentária, no curso de Pós-Graduação em Prótese Dentária, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Nerildo Ulbrich.

CURITIBA
201

AVALIAÇÃO DA NANODUREZA DE TRÊS CIMENTOS RESINOSOS PARA FIXAÇÃO DE PINOS INTRA-RADICULARES

Queiroz RT¹, Vieira S², Ulbrich NL³, Franco APGO⁴, Bindo MJF⁵

¹ Aluna do Curso de Especialização em Prótese da UFPR.

² Doutor em Dentística pela Faculdade de Odontologia de Bauru.

³ Doutor em Processos Biotecnológicos pela UFPR.

⁴ Doutora em Odontologia pela PUCPR.

⁵ Doutor em Odontologia USP.

RESUMO

Objetivo: Avaliar os valores de dureza e módulo de elasticidade, de diferentes marcas comerciais de Cimento Resinoso, nos diferentes terços radiculares.

Método: Foram selecionados 30 dentes pré-molares unirradiculares, nos quais foram cimentados Pinos de Fibra de Vidro White Post DC 1 (FGM), com os cimentos resinoso dual RelyX ARC(3M/ESPE), cimento resinoso dual All-Cem (FGM), ambos com o sistema adesivo Scotchbond Multipurpose e o cimento resinoso dual autoadesivo RelyX U100 (3M/ESPE). Após a cimentação os dentes foram armazenados a 37°C por 24 horas e, posteriormente, submetidos ao teste de Nanoindentação para determinar o módulo de elasticidade e dureza dos cimentos resinosos “*in situ*”. Para avaliação dos resultados foram utilizados os testes estatísticos ANOVA a dois critérios e de múltiplas comparações de Games-Howell.

Resultados: Foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os diferentes terços radiculares, onde o terço apical demonstrou os menores valores de módulo de elasticidade (9.11 ± 1.16 GPa). O cimento resinoso RelyX ARC diferiu estatisticamente considerando-se os valores de módulo de elasticidade (9.06 ± 1.54) dos cimentos AllCem (10.18 ± 0.95) e RelyX U100 (10.47 ± 1.82) que não apresentaram diferenças entre si. Assim como nos valores de dureza, onde RelyX ARC apresentou menores valores (0.58 ± 0.15) seguido pelo RelyX U100 (0.60 ± 0.13) e pelo AllCem (0.63 ± 0.07).

Conclusão: A quantidade de partículas de carga e o terço radicular influenciaram nos valores de módulo de elasticidade e dureza dos cimentos resinosos estudados.

Palavras-chave: Cimento resinoso, Nanodureza, Módulo de elasticidade e Dureza.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the hardness and elastic modulus of different commercial brands of resin cement in different root thirds.

Method: It were selected 30 single-rooted premolar teeth, wich were cemented Fiberglass Pins White Post DC1 (FGM), with dual-resin cements RelyX ARC (3M/ESPE), dual resin cement All-Cem (FGM), both with the adhesive system Scotchbond Multipurpose and self-adhesive resin cement dual RelyX U100 (3M/ESPE). After the cementation, the teeth were stored at a 37° C for 24 hours and, subsequently, tested for Nanoindentation to determine the elastic modulus and hardness of the resin cements "*in situ*". To evaluate the results of the statistical testes were used two-way ANOVA and multiple comparisons of Games-Howell.

Results: Were observed statistically significant differences between the different root thirds, where the apical third showed the lowest elastic modulus (9.11 ± 1.16 GPa). The resin cement RelyX ARC was statistically different considering the values of elastic modulus (9.06 ± 1.54) of cement AllCem (10.18 ± 0.95) and RelyX U100 (10.47 ± 1.82) with bi differences between them. As with the hardness values, where RelyX ARC showed lower values (0.58 ± 0.15), followed by RelyX U-100 (0.60 ± 0.13) and the AllCem (0.63 ± 0.07).

Conclusion: The amount of filler particles and the third root influenced the values of elastic modulus and hardness of the resin cements studied.

Key words: Resin cement, Nanoindentation, Elastic modulus and Hardness.

INTRODUÇÃO

Dentes que se apresentam com cáries e fraturas extensas, restaurações profundas infiltradas e quadros infecciosos podem necessitar da realização de tratamento endodôntico. A terapia endodôntica tem permitido a manutenção de dentes que de outra forma seriam perdidos. Estes dentes são tratados e restaurados à função oclusal. No entanto, após o tratamento endodôntico o dentista se depara com o dilema de qual forma restaurar estes dentes, já que estes apresentam pouco remanescente dentário e muitas vezes apresentam-se fragilizados (Arora C, Aras M, Chitre V, 2006).

Para que possa ter retenção do material restaurador, é indicado a utilização de pinos intra-radiculares (Schwartz R, Robbins JW, 2004).

Os núcleos metálicos fundidos e os pinos pré-fabricados metálicos, em função de sua rigidez, podem gerar diferentes tensões e estresse radicular, apresentando assim um alto índice de fratura radicular. O desenvolvimento de novos materiais restauradores, que possam substituir a perda da estrutura dentária de dentes tratados endodônticamente, tem sido um grande desafio da tecnologia moderna (Ulbrich NL, 2005).

Por este motivo, foram desenvolvidos os pinos de fibra de vidro, que, além de contribuir para estética, possuem propriedades elásticas comparáveis com a dentina, induzindo um campo de tensão semelhante, resultando assim, em uma redução na incidência de fratura de raiz (Ceballos *et al*, 2007).

Os pinos estéticos são unidos à estrutura dentinária intra-radicular por meio de sistemas adesivos e cimentos resinosos. A função do cimento é auxiliar na retenção do pino, selar e preencher a interface dente – pino (Jager ND, Pallay P, Feilzer AJ, 2008).

Existem diferentes formas de polimerização dos cimentos, ou seja, cimentos que polimerizam-se quimicamente pela união de duas pastas base e catalisadora; cimentos que polimerizam por meio da fotoativação, que muitas vezes não é melhor indicação, já que é difícil o acesso com luz fotoativadora dentro do canal radicular, e cimentos que possuem a união dessas duas características, que são chamados de duais, sendo amplamente utilizado, pois

espera-se uma adequada polimerização em áreas que não pode ser totalmente atingida pela luz. No entanto, sabe-se que, na ausência completa de luz, alguns cimentos duais, pode não chegar a um adequado grau de conversão (Radovic *et al* 2009).

Recentemente foram desenvolvidos cimentos resinosos autoadesivos. Esses cimentos preconizam a simplificação da técnica adesiva e redução do tempo operatório porque não necessitam de pré-tratamento dentinário. Apesar dos procedimentos adesivos terem permitido melhor estética e uma maior possibilidade de conservação de estrutura dentária, são considerados um desafio no interior dos canais radiculares devido à dificuldade de acesso (Bouillaguet *et al.*, 2003), ao controle da umidade, às características anatômicas, densidade e número de túbulos dentinários nos diferentes terços radiculares (Schwartz R, Robbins JW, 2004), dificuldade de inserção do cimento (Ceballos *et al.*, 2007; Perdigão *et al.*, 2007), fator-C que é bastante elevado devido ao formato da cavidade (Perdigão *et al.*, 2007; Tay *et al.*, 2005), incompatibilidade química entre os cimentos resinosos e os sistemas adesivos (Arrais *et al.*, 2008).

Nos canais radiculares o fator-C, que é usado para predizer a tensão de contração em interfaces compósito-dentina, é muito elevado pela grande área de superfície adesiva e pequena área de superfície livre. O elevado valor de fator-C pode provocar a contração de polimerização dos cimentos resinosos no interior dos canais radiculares. Em alguns casos a contração de polimerização pode exceder a resistência adesiva gerando a formação de fendas na interface cimento-dentina. O módulo de elasticidade do cimento resinoso e a profundidade de polimerização podem influenciar na formação de fendas nessa interface (Marchesi *et al*, 2010).

O objetivo do estudo foi avaliar os valores de dureza e módulo de elasticidade de diferentes cimentos resinosos nos terços cervical, médio e apical.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionados 30 dentes pré-molares inferiores unirradiculares, com ausência de trincas e curvaturas, com comprimento médio de $22,66 \pm 1,09$ mm doados pelo Banco de Dentes da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, com aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa sob o número 2797 (Anexo). Os dentes foram divididos em três grupos de 10 dentes de acordo com o tipo de cimento a ser utilizado (Tabela 1 e 2 – Páginas 20 e 21)

Grupo 1 – cimento resinoso dual Rely X ARC (3M/ESPE) + pino de fibra de Vidro White Post DC 1 (FGM) + sistema adesivo Scotchbond Multipurpose.

Grupo 2 – cimento resinoso dual All-Cem (FGM) + pino de fibra de Vidro White Post DC 1 (FGM) + sistema adesivo Scotchbond Multipurpose.

Grupo 3 – cimento resinoso dual autoadesivo Rely X U100 (3M/ESPE) + pino de fibra de Vidro White Post DC 1 (FGM).

Os dentes foram tratados endodônticamente conforme a técnica coroa-ápice, instrumentados com limas endodônticas de níquel-titânio (Maillefer, Weybridge, Reino Unido), atingindo o diâmetro correspondente ao instrumento memória ISO 40. O limite apical do tratamento endodôntico foi determinado a 1 mm aquém do forame apical. Foram utilizados como agentes de irrigação endodôntica o hipoclorito de sódio 5% e o EDTA 17%. A irrigação final foi realizada com 10 ml de água destilada, e os canais foram secos com pontas de papel absorvente (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil). Os canais radiculares foram obturados pela técnica de condensação lateral com cones principais de gutta-percha (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil), cones acessórios de gutta-percha (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil), e o cimento endodôntico Sealer 26 (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil). A plastificação e condensação vertical dos cones de gutta-percha foram realizadas pela técnica termoplástica híbrida (McSpadden; Dentsply Maillefer, Weybridge, Reino Unido). A câmara pulpar foi selada com cimento provisório Coltosol (Vigodent, S/A, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Os espécimes foram armazenados em água destilada e mantidos a 37° C por 7 dias. Após o tratamento endodôntico, foram cortadas as porções coronárias e, em seguida, fixados pinos de fibra de vidro com três cimentos resinosos, sendo dois de polimerização dual convencional e um autoadesivo.

O protocolo adesivo consiste na remoção parcial da gutta-percha com uma profundidade padronizada de 10 mm e preparo do canal com brocas fornecidas pelo fabricante do pino de fibra de vidro White Post DC (FGM) com

a profundidade de 10 mm. Após o preparo foi realizada a limpeza do canal com EDTA e sua neutralização solução fisiológica. O canal foi seco com pontas de papel absorvente e condicionado com ácido fosfórico 37% por 15 segundos na dentina intra-radicular. Em seguida a lavagem com água destilada com auxílio de seringa descartável e nova secagem do canal com pontas de papel absorvente. Posteriormente realizou-se a aplicação do sistema adesivo Adper Scotchbond Multipurpose de acordo com as instruções do fabricante (somente nos grupos 1 e 2) e sua fotoativação com aparelho de luz halógena Optilux Demetron 500 por 20 segundos. Executou-se então a prova e corte do comprimento ideal do pino, manipulação de porções iguais de pasta base e catalisadora dos cimentos resinosos em placa de vidro, e introdução dos cimentos Rely X ARC e All-Cem com seringa centrix de ponta fina. Adaptou-se o pino de fibra de vidro no interior do canal radicular mantendo uma pressão digital por 3 segundos e fotoativação do conjunto com aparelho halógeno Optilux Demetron 500 por 40 segundos. Para o grupo 3, foram realizados todos os procedimentos semelhantes aos grupos 1 e 2, exceto a utilização do sistema adesivo, pois o cimento Relyx U 100 não necessita de pré-dentinário.

Após a cimentação, os espécimes foram cortados no seu longo eixo, polidos com lixas carbetto de silício de granulação seqüencial 600, 800, 1200, 1500 e 2000, e alumina com pano de polimento 4 μ m. Entre as seqüências de polimento, os espécimes foram lavados, e observados em microscopia óptica com magnificação de 50x. Para remoção dos debris resultantes do polimento, os dentes foram em cuba ultrassônica com água destilada por um período de 20 minutos cada, secas em ambiente natural sob uma placa de vidro e armazenadas em frascos com sílica. Para serem utilizados e mantidos planos na nanoindentação, os dentes foram embutidos em tubos de PVC com espessura de 3 mm, com Resina Epóxi.

Os valores de módulo de elasticidade e dureza foram obtidos por meio do equipamento nanodurômetro Nano Indenter[®] XT da MTS[®] da Universidade Federal do Paraná provido de ponta indentadora Berkovich de base piramidal. A carga máxima utilizada foi de 50 mN (Maximum load = 5 gf), método descrito por Oliver e Pharr (Oliver WC, Pharr GM, 2004). Durante o ciclo de indentação foi utilizado o tempo de 4 segundos (tempo de carregamento), 4 segundos (tempo de descarregamento), sendo que, entre o ciclo de carregamento e de

descarregamento, a carga mantida constante por um período de 10 segundos. Foi determinado um número de cinco nanoindentações para cada terço radicular (cervical, médio e apical), com uma distância entre as elas de 50 μm e um Coeficiente de Poisson de 0,40.

RESULTADOS

Foi realizado o teste de homogeneidade de Levene, onde observou-se variâncias heterogêneas entre cimentos x terço radicular para os valores de módulo de elasticidade e de dureza ($p < 0.05$).

O teste ANOVA a dois critérios revelou diferenças significativas entre terço radicular e cimento resinoso e uma interação entre terço radicular e cimento resinoso.

No teste de múltiplas comparações de Games-Howell para os módulos de elasticidade observou-se que o cimento resinoso RelyX ARC diferiu estatisticamente dos cimentos AllCem e RelyX U100 que não apresentaram diferenças entre si. O cimento RelyX ARC demonstrou os menores valores de módulo de elasticidade (9.06 ± 1.54) se comparado com os cimentos AllCem (10.18 ± 0.95) e RelyX U100 (10.47 ± 1.82).

Na avaliação dos terços radiculares, observou-se que houve diferenças significativas entre os terços cervical, médio e apical. O terço apical demonstrou os menores valores de módulo de elasticidade (9.11 ± 1.16) que os terços médio (9.85 ± 1.29) e cervical (10.75 ± 1.83). As diferenças significativas dos valores de módulo de elasticidade encontradas para cada cimento resinoso nos diferentes terços radiculares estão dispostas na Tabela 3 (Página 21).

O teste de múltiplas comparações de Games-Howell para os valores de dureza revelou que o cimento resinoso RelyX ARC diferiu estatisticamente dos cimentos AllCem e RelyX U100 que não apresentaram diferenças entre si. O cimento resinoso RelyX ARC mostrou os menores valores de dureza (0.58 ± 0.15), seguido pelo RelyX U100 (0.60 ± 0.13) e pelo AllCem (0.63 ± 0.07). Também demonstrou diferenças significativas entre os terços radiculares, sendo que o terço apical revelou os menores valores de dureza (0.55 ± 0.11) se comparado com os terços médio (0.60 ± 0.10) e cervical (0.66 ± 0.13). As diferenças significativas encontradas para cada cimento resinoso nos diferentes terços radiculares estão dispostas na Tabela 3 (Página 21).

DISCUSSÃO

A técnica da Nanodureza é bastante sensível ao material, determinando os resultados Dureza (Hardness – H) e Módulo de elasticidade (Young's Modulus–E), fazendo uma leitura global apenas da superfície do material. A magnitude H/E determina a capacidade dos materiais suportarem a deformação elástica, ou seja, está relacionada ao limite elástico do material. Por outro lado H²/E, pode ser entendida como uma medida de capacidade do material para armazenar energia elástica. (Ceballos *et al*, 2007). Ambas as magnitudes são significantes no desempenho mecânico dos cimentos resinosos.

Os resultados deste estudo mostraram diferenças estatisticamente significantes para os diferentes terços radiculares mostrando que apesar da utilização de um pino de fibra de vidro translúcido, a luz fotoativadora tem maior dificuldade de chegar às regiões mais profundas do canal radicular devido à dificuldade de acesso. De acordo com Gichetti *et al.* (2009), os pinos de fibra de vidro deveriam permitir uma melhor transmissão de luz para os terços dos canais, isso aumentaria o grau de conversão e conseqüentemente melhoraria as propriedades mecânicas, como o módulo de elasticidade e a dureza do cimento resinoso.

Radovic *et al.* (2009) relatam que cimentos resinosos duais e autopolimerizáveis são os mais indicados para a cimentação dos pinos de fibra de vidro, onde se espera que haja a polimerização adequada em áreas que não podem ser totalmente atingidas pela luz, bem como na completa ausência de luz (Radovic *et al* 2009). Porém, os resultados do presente estudo permite observar que os valores de dureza reduziram de cervical para apical mesmo com a utilização de cimentos resinosos duais, ou seja, a dureza, depende exclusivamente da quantidade de partículas de carga do material e principalmente, da quantidade de exposição a luz, mesmo para os cimentos duais (Braga *et al*, 2002).

Os menores valores de módulo de elasticidade foram obtidos para o cimento resinoso dual convencional RelyX ARC. Estes resultados podem ser justificados pelo RelyX ARC possuir menor quantidade de partículas de carga

se comparado ao AllCem e RelyX U100, ou seja, aproximadamente 67,5% em peso, sendo o tamanho médio da partícula de 1,5 μm (RelyX TM ARC,1998). A menor quantidade de partículas de carga proporciona a maior fluidez do material. A quantidade de partículas de carga incorporadas á matriz fornece melhores propriedades mecânicas (Hofmann *et al*, 2001). A capacidade deste cimento resinoso se deformar sem dano é superior a dos outros cimentos. O cimento resinoso autoadesivo RelyX U100 apresentou maiores valores de módulo de elasticidade e dureza, porém H/E mais baixo, o que sugere que o material seja 11% mais susceptível a falhas frágeis que o RelyX ARC e 6 % se comparado ao AllCem. Os maiores valores de módulo de elasticidade encontrados para o RelyX U100 podem ser justificados pela maior quantidade de partículas de carga em sua composição, o que equivale a aproximadamente 72% do peso total, com partículas do tamanho menor que 9,5 μm . Além de tornarem o material mais rígido e viscoso, as partículas de carga conferem ao cimento resinoso maior radiopacidade, o que permite melhor controle e preservação dos elementos dentários no que se refere à possíveis processos cariosos e infiltrações marginais que podem ocorrer (RelyX TM Unicem, 2002).

A elevada viscosidade do cimento RelyX U100 torna sua inserção dificultada no interior do canal radicular. O AllCem parece possuir a melhor combinação de propriedades, sendo resistente, duro e com menor viscosidade, mas com maior capacidade de reversibilidade à deformação. O cimento AllCem é composto por micropartículas de vidro de bário-alúmino silicato e nanopartículas de dióxido de silício, que totaliza aproximadamente 68% em peso (AllCem, 2009).

Quando avaliado os valores de H²/E pode-se observar que para todos os cimentos resinosos estudados, o terço cervical apresentou maior capacidade de armazenar energia elástica, decrescendo de cervical para apical.

O Nanodurômetro emprega alta resolução para controle de instrumentação e de forma contínua monitorar as cargas e os deslocamentos da ponta indentadora (Hay JL, Pharr GM, 2000). Com este equipamento de alta resolução a medição micrométrica e nanométrica são facilitadas, por esta razão, o método se torna uma técnica básica para determinação de propriedades mecânicas de filmes finos e com pequenas características estruturais, ou seja, materiais de ordem de 1mm são agora rotineiramente

medidos com boa precisão (Oliver WC, Pharr GM, 2004). Como pode ser observado, a técnica da nanoindentação é bastante sensível ao comportamento do material (Ceballos *et al*, 2007).

Uma das grandes vantagens da nanoindentação é a possibilidade de testar os cimentos “*in situ*”, ou seja, dentro do sistema pino de fibra de vidro – cimento resinoso – dentina. Obviamente que, a situação “*in situ*” é claramente diferente do que as amostras em forma de discos, principalmente devido a influência da viscosidade, fator de contração, formação de bolhas, etc (Ceballos *et al*, 2007).

A maior desvantagem deste método é quanto à mensuração de um material confinado e aderido a outro dois materiais com diferentes propriedades mecânicas, ou seja, a dentina e o pino de fibra de vidro desempenham um deslocamento, o que pode lhe conferir maiores valores de módulo de elasticidade e dureza. Seria muito importante também, analisar se há rachaduras e descontinuidade entre o cimento e a dentina, pois estes defeitos podem cancelar a contração causada pelas tensões de polimerização (Ceballos *et al*, 2007).

CONCLUSÃO

- Comparando os resultados obtidos por este estudo, conclui-se que o tamanho e a quantidade de partículas de carga de cada material interfere nas suas propriedades mecânicas.
- Quanto menor o número de partículas e menor as dimensões destas, menor também o módulo de elasticidade e dureza.
- Quanto mais para apical, menor a quantidade de luz, interferindo assim, no módulo de elasticidade e dureza do material.

REFERÊNCIAS

1. Arora C, Aras M, Chitre V. Evaluation and comparison of retention of different aesthetic posts. *J Ind Prosthodont Soc.* 2006; 6(2): 82-9.
2. Schwartz R, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod.* 2004 May 30(5): 289-301.
3. Ulbrich NL. Avaliação biomecânica da distribuição de tensões em pinos pré-fabricados e em dentes anteriores reconstruídos com diferentes retentores intra-radiculares analisados pelo método dos elementos finitos. [Tese]. Universidade Federal do Paraná. 2005.
4. Ceballos L, Garrido MA, Fuentes V, Rodríguez J. Mechanical characterization of resin cements used for luting fiber posts by nanoindentation. *Dent Mat.* 2007; 23 (1):100-5.
5. Jager ND, Pallay P, Feilzer AJ. The apparent increase of the Young's modulus in thin cement layers. *Dental Materials.* 2004; 20. 457-462.
6. Radovic I, Corciolani G, Magni E, Krstanovic G, Pavlovic V, Vulicevic ZR, Ferrari M. Light transmission through fiber post: The effect on adhesion, elastic modulus and hardness of dual-cure resin cement. *Dental materials.* 2009; 25. 837-844.
7. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentine. *Dent Mat.* 2003; 19: 199-205.
8. Perdigão J, Gomes G, Augusto V. The effect of dowel space on the bond strengths of fiber posts. *J Prosthodont.* 2007 May; 16(3):154-64.

9. Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *J Endod.* 2005; 31(8): 584-9.
10. Arrais CAG, Rueggeberg FA, Waller JL, Goes MF, Gianini M. Effect of curing mode on the polymerization characteristics of dual-cured resin cement systems. *Journal of Dentistry.* 2008; 36:418-26.
11. Marchesi G, Breschi L, Antoniolli F, DiLenarda R, Ferracane J, Cadenaro M. Contraction stress of low-shrinkage composite materials assessed with different testing systems. *Dental Materials.* 2010; 26. 947-953.
12. Oliver WC, Pharr GM. Measurement of hardness and elastic modulus by instrumented indentation: Advances in understanding and refinements to methodology. *J.Mater.Resin.* 2004 Jan; Vol.19. No.1.
13. Giachetti L, Grandini S, Calamai P, Fantini G, Russo DS. Translucent fiber post cementation using light-and-dual curing adhesive techniques and a self-adhesive material: Push-out test. *J Dent,* 2009; doi:10.1016/j.jdent.2009.04.007.
14. Braga RR, Cesar PF, Gonzaga CC. Mechanical properties of resin cements with different activation modes. *Journal of Oral Rehabilitation.* 2002; 29, 257-262.
15. RelyX™ ARC. Adhesive Resin Cement System. Technical Product Profile. Dental Products Laboratory. 3M Center, Building 260 – 2B-13. St. Paul, MN 55144-1000. Printed in USA. 3M 70-2009-2004-8. 1998. Disponível em: <http://multimedia.3m.com>
16. Hofmann N, Papsthart G, Hugo B, Klaiber B,. Comparison of photo-activation versus chemical or dual-curing of resin-based luting cements regarding flexural strength, modulus and surface hardness. *Journal of Oral Rehabilitation.* 2001; 28, 1022-1028.

17. RelyX™ Unicem. Self-Adhesive Universal Resin Cement. Technical Product Profile. Dental Products. 3M Center, Building 275-2SE-03. St. Paul, MN 55144-1000. Printed in USA. 3M IPC 70-2009-3488-5. 2002. Disponível em: <http://multimedia.3m.com>

18. AllCem. Cimento Resinoso Dual. Dentscare Ltda. Perfil técnico. Rev. 03-Set/2009. Disponível em: <http://fgm.ind.br>

19. Hay JL, Pharr GM. Instrumentation Indentation Testing. The University of Tennessee and Oak Ridge National Laboratory. MTS System Corporation. 2000.

FIGURAS

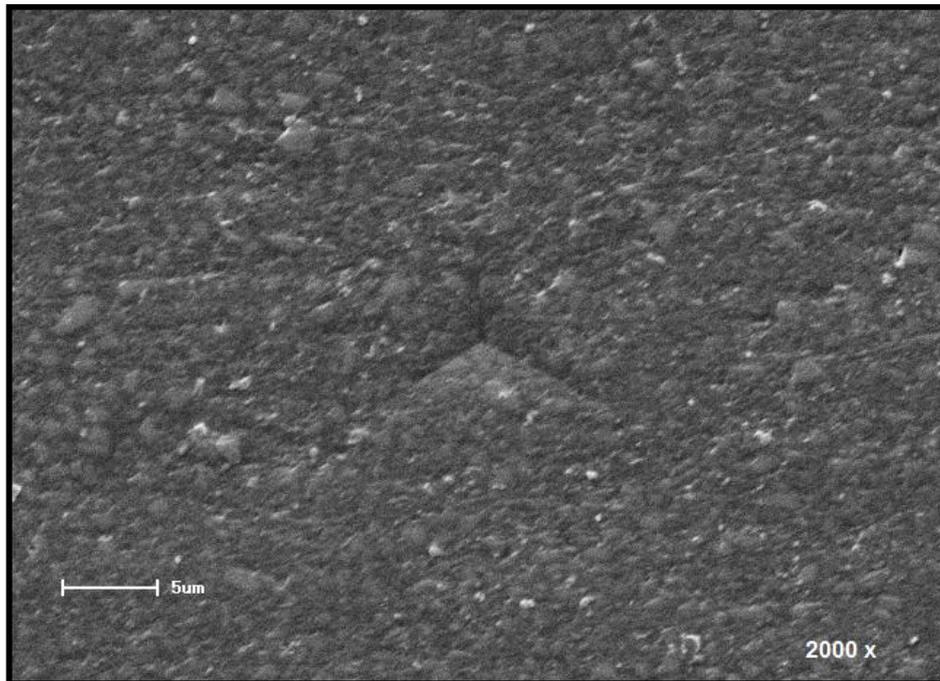


Figura 1 – Nanoindentação (MEV)

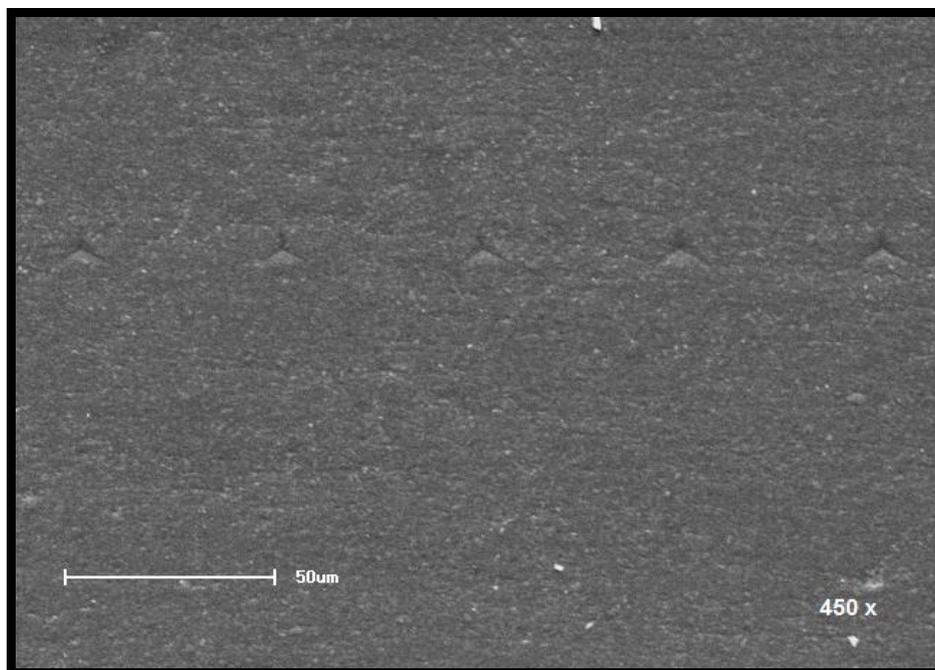


Figura 2 – Seqüência da Nanoindetação

TABELAS

Cimentos Resinosos	Tipo	Fabricante	Composição	Número do Lote
Rely X ARC	Cimento resinoso dual convencional	3M ESPE, St Paul, MN	<p>Pasta A: 68% de partículas de carga (zircônia/sílica), pigmentos, amina e sistema fotoiniciador.</p> <p>Pasta B: 67% de partículas de carga, peróxido de benzoíla.</p>	GX9JK
All-Cem	Cimento resinoso dual convencional	FGM, Joinville, BR	<p>Pasta Base: monômeros metacrílicos (TEGDMA, Bis EMA e BisGMA), canforoquinona,coincidores, micro-partículas de vidro de bário alumino-silicatos, nanopartículas de dióxido de silício, pigmentos inorgânicos e conservantes.</p> <p>Pasta Catalisadora: Monômeros metacrílicos, peróxido de dibenzoíla, estabilizantes, micropartículas de bario-aluminosilicatos e 66 a 67% de peso de carga.</p>	131107
Rely X U100	Cimento resinoso dual autoadesivo	3M ESPE, St Paul, MN	<p>Pasta Base: fibra de vidro, ésteres ácido fosfórico metacrilato, dimetacrilato de trietilenoglicol, sílica tratada com silano e persulfato de sódio.</p> <p>Pasta Catalisadora: fibra de vidro, dimetacrilato substituto, sílica tratada com silano, ptoluenosulfonato de sódio e hidróxido de cálcio.</p>	343485

Tabela 1 – Cimentos Resinosos

Material	Nome Comercial	Composição	Fabricante	Número de Série
Pino de Fibra de Vidro	White Post DC 1	Fibra de vidro, resina epóxi, cargas inorgânicas, silano, promotores de polimerização.	FGM LTDA	060709
Ácido Fosfórico	Cond Ac 37	35% de ácido fosfórico e espessante.	FGM LTDA	F/L11
Sistema Adesivo	Adper Scotchbond Multi-purpose	Primer: HEMA e copolímero de ácido polyalkenoic. Adesivo: BisGMA e 2 hidroxietilmetracrilato combinado com o sistema de iniciação de polimerização (amina).	3M/ESPE	Primer 9CC Adhesive 9RL
Silano	RelyX Ceramic Primer	Fase única solução hidrolisada.	3M/ESPE	9AB

Tabela 2 – Outros materiais utilizados no estudo

Cimentos	Terços Radiculares	Módulo de Elasticidade (GPa)	Dureza (GPa)	H/E	H²/E
AllCem	Cervical	10.46 (1.01) ^a	0.64 (0.08) ^{ab}	0.061	0.039
	Média	10.35 (0.88) ^a	0.65 (0.06) ^a	0.062	0.040
	Apical	9.74 (0.80) ^b	0.60 (0.04) ^b	0.061	0.036
RelyX ARC	Cervical	9.90 (1.73) ^a	0.64 (0.17) ^a	0.064	0.041
	Média	8.93 (1.35) ^b	0.56 (0.13) ^{ab}	0.062	0.035
	Apical	8.36 (1.09) ^b	0.52 (0.13) ^b	0.062	0.032
RelyX U100	Cervical	11.89 (2.01) ^a	0.70 (0.12) ^a	0.058	0.041
	Média	10.28 (1.07) ^b	0.58 (0.10) ^b	0.056	0.032
	Apical	9.25 (1.12) ^c	0.53 (0.11) ^b	0.057	0.030

*Letras diferentes apresentam diferenças significativas nas colunas para cada cimento resinoso.

Tabela 3 – Resultados da Nanoindentação

ANEXO



MINISTÉRIO DA SAÚDE
Conselho Nacional de Saúde
Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP

FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS				FR - 452808	
Projeto de Pesquisa AVALIAÇÃO DA NANODUREZA DE TRÊS CIMENTOS RESINOSOS PARA FIXAÇÃO DE PINOS INTRA-RADICULARES					
Área de Conhecimento 4.00 - Ciências da Saúde - 4.02 - Odontologia - Nenhum				Grupo	Nível
Área(s) Temática(s) Especial(s) Biossegurança				Grupo I	Não se aplica
Unitermos Nanodureza, Cimentos resinoso, Módulo de elasticidade e Dureza				Fase	Não se Aplica
Sujeitos na Pesquisa					
Nº de Sujeitos no Centro	Total Brasil	Nº de Sujeitos Total	Grupos Especiais		
30	30	30			
Placebo	Medicamentos HIV/AIDS	Wash-out	Sem Tratamento Específico	Banco de Materiais Biológicos	
NAO	NAO	NAO	NAO	SIM	
Pesquisador Responsável					
Pesquisador Responsável Renata Thomazini		CPF	Identidade		
		047.164.259-24	92840611		
Área de Especialização PRÓTESE DENTÁRIA		Maior Titulação	Nacionalidade		
Endereço		Bairro	Cidade		
Código Postal		Telefone	Fax	Email	
		/		renatatq@yahoo.com.br	
Termo de Compromisso					
Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Res. CNS 196/96 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não.					
Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima.					
Data: <u>22/08/11</u>				Assinatura <u>Renata Thomazini</u>	
Instituição Proponente					
Nome Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR		CNPJ	Nacional/Internacional		
		76.659.820/0001-51	Nacional		
Unidade/Orgão Odontologia		Participação Estrangeira	Projeto Multicêntrico		
		NAO	NAO		
Endereço Rua Imaculada Conceição 1155 cpx 16210		Bairro	Cidade		
		Prado Velho	Curitiba - PR		
Código Postal 80215-901		Telefone	Fax	Email	
		41 2712292	41 2712292	nep@pucpr.br	
Termo de Compromisso					
Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Res. CNS 196/96 e suas complementares e como esta instituição tem condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução.					
Nome: <u>Dirceu Clure</u>				Assinatura <u>Dirceu Clure</u>	
Data: <u>22/08/11</u>					
Instituição Co-Participante					
Nome Setor de Ciências da Saúde/SCS - UFPR		CNPJ	Nacional/Internacional		
		75.095.679/0001-49	Nacional		
Unidade/Orgão Departamento de Odontologia Restauradora		Participação Estrangeira	Projeto Multicêntrico		
		NAO	NAO		
Endereço Rua Padre Camargo 280		Bairro	Cidade		
		Alto da Glória	Curitiba - PR		
Código Postal 80060240		Telefone	Fax	Email	
		41 3607220	41 3627598	cometica@saude.ufpr.br	
Termo de Compromisso					
Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Res. CNS 196/96 e suas complementares.					
Nome: <u>Waldemar J. B. Silva</u>				Assinatura <u>Waldemar J. B. Silva</u>	
Data: <u>22/08/11</u>					

O Projeto deverá ser entregue no CEP em até 30 dias a partir de 09/08/2011. Não ocorrendo a entrega nesse prazo esta Folha de Rosto será INVALIDADA.

LEGENDAS

Figura 1 – Nanoindentação feita pelo MEV – 2000x de magnitude.

Figura 2 – Sequência de Nanoindentação para cada terço radicular (cervical, médio e apical), com distância entre as marcações de 50 μm – 450x de magnitude.

Tabela 1 - Cimentos resinosos utilizados no estudo.

Tabela 2 - Outros materiais utilizados no estudo.

Tabela 3 - Resultados da nanoindentação dos espécimes “*in situ*” – módulo de elasticidade e dureza.

Anexo - Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa sob o número 2797.