



CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO  
CURSO DE MESTRADO EM ODONTOLOGIA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM DENTÍSTICA

# Influência de dois sistemas cerâmicos na polimerização de cimentos resinosos de presa dual

**Aluno:** Albano Luis Novaes Bueno

**Orientadora:** Profa. Dra. Cristiane Mariote Amaral

**Co-orientador:** Prof. Dr. André Figueiredo Reis

GUARULHOS

2006

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



**ALBANO LUIS NOVAES BUENO**

## Influência de dois sistemas cerâmicos na polimerização de cimentos resinosos de presa dual

Projeto apresentado à Universidade Guarulhos para o Exame de Qualificação, como pré-requisito para defesa da Dissertação e obtenção do título de Mestre em Odontologia, Área de Concentração em Dentística.

**Orientadora:** Profa. Dra. Cristiane Mariote Amaral

**Co-orientador:** Prof. Dr. André Figueiredo Reis

Guarulhos

2006

## Folha de Aprovação

Dedico essa dissertação a Deus, a minha esposa, a minha filha e aos meus pais.

À Deus pela força de terminar esta jornada.

Dedico este trabalho à minha esposa Flávia Apolinário Bueno, que foi compreensiva nos momentos difíceis e sempre me estimulou. Não colocou empecilhos para que pudesse concluir mais este passo em minha carreira.

À nossa filha, Giulia Apolinário Bueno, motivo de alegria constante em nossas vidas.

Aos meus pais Albano Teixeira Bueno e Odette Novaes Bueno, que apoiaram de todas as formas e em todos os momentos para me dar oportunidade de crescimento científico e profissional.



## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Guarulhos, instituição onde tive a oportunidade de dar um importante passo rumo ao crescimento científico e profissional.

À Prof. Dra. Cristiane Mariote Amaral pela competente orientação e pela colaboração em todos os momentos.

Ao Prof. Dr. André Reis pela co-orientação e colaboração em todos os momentos.

Aos professores do Mestrado Acadêmico em Odontologia da Universidade Guarulhos, pelos ensinamentos transmitidos, pelo exemplo profissional e pela amizade constante.

Ao Prof. Dr. Saulo Geraldelli pelos ensinamentos transmitidos e amizade duradoura.

Aos amigos e colegas de Mestrado Marcos, Paula, Érika, Flávia, Michele e Juliana, pela companhia e alegria durante o curso.

À graduando Carolina Tedesco, que me auxiliou com entusiasmo e competência.

Ao Laboratório Sighitz, em especial ao Fábio pela ajuda na confecção das peças protéticas e pela amizade.

À minha sogra Dulce Moraes da Silva, que me auxiliou na revisão ortográfica.

Aos funcionários que de alguma forma contribuíram para os meus trabalhos durante este período.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste estudo.

Meus sinceros agradecimentos.

*“Descobri como é bom chegar quando se tem paciência,  
e para chegar onde quer que seja,  
aprendi que não é preciso dominar a força, mas a razão.  
É preciso antes de qualquer coisa, querer!”*



## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a dureza Knoop de cimentos resinosos duais, com a interposição de diferentes sistemas cerâmicos. Amostras dos cimentos Rely X ARC (3M ESPE), Eco-Link (Ivoclar) e Panavia F (Kuraray) foram fotopolimerizados com a interposição de um dos sistemas cerâmicos IPS Empress II ou In Ceram, com espessura de 2 mm ou 4 mm simulando as faces oclusal e interproximal respectivamente (n=11). A microdureza Knoop dos cimentos foi avaliada imediatamente após a fotoativação, após 24 horas e 14 dias. Durante a armazenagem as amostras ficaram em umidade relativa a 37°C, ao abrigo da luz. Os resultados foram submetidos à Análise de Variância e Teste Tukey ao nível de significância de 5%. Na avaliação imediata, o cimento Eco-Link teve dureza menor que o Panavia F com todos os sistemas cerâmicos e o Rely X ARC só apresentou dureza menor que o Panavia F com os sistemas In Ceram 4 mm e IPS Empress 4mm. Após 24 horas o Eco-Link apresentou a menor dureza e o cimento Rely X ARC não diferiu do Panavia F somente no grupo controle e com o sistema In Ceram 2 mm. Após 14 dias a dureza dos cimentos Panavia F e Rely X ARC não diferiu e o cimento Eco-Link apresentou dureza menor que o Panavia F, mas sem diferença do Rely X ARC. Para os cimentos Panavia F e Rely X ARC não foram observadas diferenças entre os sistemas cerâmicos e o grupo controle, em todos os tempos de avaliação. Somente para o cimento Eco-Link no tempo de avaliação de 24 horas foi observada diferença entre os sistemas cerâmicos, sendo que a dureza observada com a interposição do sistema In Ceram 4 mm foi menor que a do grupo controle. Dessa forma concluiu-se que a interposição dos sistemas cerâmicos usados neste estudo não reduziu a microdureza dos cimentos, exceto para o cimento Eco-Link na avaliação após 24 horas da fotoativação.

**Palavras-chaves:** Cimentos dentários, cimentação, cerâmica, dureza.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the Knoop hardness of dual-cure resin luting agents under different ceramics. The specimens of Rely X ACR (3M ESPE), Eco-Link (Ivoclar) and Panavia F (Kuraray), were prepared and placed under each ceramics systems IPS-Empress and In Ceram with thicknesses of 2 mm and 4mm, simulating occlusal and proximal faces (n=11). Knoop microhardness evaluations were made immediately after light curing, after 24 hours and after 14 days. The specimens were storage in 37°C relative humidity, protected from the light. The results were analyzed using ANOVA and Tukey test at 5% significance. In immediate evaluation the Eco-Link cement have lower hardness than Panavia F with all ceramics, and the Rely X ARC presented lower hardness than Panavia F for In Ceram 4 mm and IPS Empress 4 mm only. After 24 hours the Eco-Link cement showed the lowest microhardness, and the Rely X ARC wasn't different from Panavia F in control group and with In Ceram 2 mm. After 14 days, there were no significant differences between Panavia F and Rely X ARC, and the Eco-Link showed lower hardness than Panavia F, but no significant differences were recorded between Eco-Link and Rely X ARC. For Panavia F and Rely X ARC no significant differences were observed among ceramics and control group, in all evaluation times. The Eco-Link cement, after 24 hours of the light curing, showed lower hardness with In Ceram 4 mm than control group. Concluded that ceramics used in this study didn't reduce the microhardness of the cements, except for Eco-Link cement in the evaluation 24 hour after the light curing.

**Key-words:** Dental cements, cementation, ceramics, hardness.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA .....	1
2. PROPOSIÇÃO.....	8
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	9
3.1. Delineamento Experimental.....	9
3.2. Confeção das Amostras.....	9
3.3. Avaliação da Microdureza.....	22
3.3. Análise Estatística.....	24
4. RESULTADOS.....	25
5. DISCUSSÃO.....	32
6. CONCLUSÕES.....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
ANEXOS.....	55

## 1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA:

A Odontologia mundial teve grande evolução nos últimos 60 anos, principalmente com o condicionamento ácido do esmalte proposto primeiramente por Michael Buonocore, em 1955, o que aumentou a força adesiva do compósito resinoso ao esmalte (Usumez & Aykent, 2003).

Com o passar dos anos e a evolução das resinas compostas, os pacientes estão exigindo cada vez mais restaurações que mimetizem os dentes, por razões estéticas (Friedl *et al.*, 1996).

Mas o estágio atual em que se encontram as resinas compostas para uso direto em dentes posteriores ainda não permite a sua indicação em cavidades extensas de dentes posteriores (Dietschi & Spreafico 1997(a); Garber & Goldstein, 1996) devido à infiltração em áreas cervicais, com margens em cimento/dentina.

Preparos amplos, *Inlays*, *Onlays* e coroas cerâmicas tornaram-se alternativas superiores ao uso de restaurações diretas em resina composta (Zuelling-Singer & Bryant, 1998; Roulet, 1997; Ritter & Baratieri, 1999).

As cerâmicas dentais são, há bastante tempo, reconhecidas por sua semelhança ao esmalte dental, sendo capazes de reproduzir perfeitamente o dente natural em suas cores e texturas (Freedman, 1998). A excelência estética das restaurações cerâmicas popularizou seu uso, constituindo uma das mais importantes opções restauradoras indiretas atuais (Ritter & Baratieri, 1999).

O uso de porcelanas em restaurações indiretas havia sido abandonado até a última década devido a problemas como fraturas e falhas na cimentação e também desadaptações na interface dente-restauração (Dietschi *et al.*, 2003). Com a "era adesiva" e as melhorias das propriedades físicas e mecânicas das cerâmicas e dos cimentos resinosos ocorreu o aumento da longevidade destas restaurações, conferindo maiores possibilidades de uso e confiabilidade (Ritter & Baratieri, 1999).

Dessa forma, a evolução das cerâmicas possibilitou ampliar seu uso na cavidade bucal. Atualmente, os sistemas cerâmicos proporcionam resistência às cerâmicas, e já se pode dizer que foram acumuladas experiências práticas por um

período prolongado, ampliando as indicações das coroas de dentes anteriores e posteriores às construções das pontes mais extensas (Kaiser *et al.*, 2006). Os principais sistemas cerâmicos são compostos por copings de porcelana confeccionados com cerâmicas infiltradas ou cerâmicas injetadas por pressão.

Com as cerâmicas infiltradas, dispomos pela primeira vez, em 1989, de uma tecnologia que pode ser considerada uma alternativa às restaurações metalocerâmicas (Kaiser *et al.*, 2006). Estes materiais são cerâmicas aluminizadas ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) que após sua sinterização recebem a infiltração do vidro, originando um coping de alta resistência, preparados para receber a cerâmica de cobertura (Kaiser *et al.*, 2006). Dentre os materiais que tem processo semelhante estão o In Ceram (Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co.KG, Alemanha), o Procera (Nobel Biocare, Suíça), Cerec (Sirona Dental Systems, Alemanha), entre outros.

Já as cerâmicas injetadas por pressão surgiram para melhorar a estética das cerâmicas aluminizadas (Bitter *et al.*, 2006). Estes materiais possuem uma menor opacidade, dando uma melhor condição de mimetização aos dentes naturais, mas com resistência menor que as cerâmicas injetadas. O IPS Empress (Vivadent Ivoclar Ltda, EUA) é o maior representante deste grupo, sendo um material baseado em di-silicato de lítio que vem em forma de pastilha e é injetado sob pressão para a confecção do coping ou da peça protética (Bitter *et al.*, 2006). Outra vantagem destes materiais é o condicionamento ácido que sofrem, permitindo completa adesão entre o conjunto substrato dental, cimento resinoso e peça protética (Bitter *et al.*, 2006).

Para a fixação destas restaurações ao substrato dental, o material de escolha é o cimento resinoso (Jung *et al.*, 2001). Este material apresenta como vantagens a união aos substratos, baixa solubilidade, facilidade de manipulação e boa estética. A aplicação desses cimentos pode ainda resultar em maiores valores de resistência à fratura por fadiga de coroas totalmente cerâmicas e *inlays* e *onlays* cerâmicas, quando comparados aos cimentos de ionômero de vidro e cimento de fosfato de zinco (Groten & Probster, 1997).

Apesar da extensa gama de cimentos disponíveis atualmente, não há cimento ideal para todas as situações clínicas (Federlin *et al.*, 2004). Assim, a escolha

do agente de cimentação deve se basear nas suas propriedades físicas, biológicas e de manipulação, somadas às características do remanescente dentário preparado e da peça protética (Federlin *et al.*, 2004; Federlin *et al.*, 2005). Os agentes cimentantes à base de resina se dividem de acordo com sua polimerização, podendo ser classificados em: de polimerização química, física (fotopolimerizável) e de polimerização dual (Jivraj *et al.*, 2006).

Os compostos resinosos de dupla polimerização foram desenvolvidos na tentativa de combinar as propriedades desejáveis da polimerização química e foto dos materiais, para fornecer um grau de conversão adequado em áreas mais profundas (Ozyesil *et al.*, 2004), pois apresentam as melhores combinações de propriedades (Ceballos *et al.*, 2006). De acordo com Ceballos *et al.* (2006), os cimentos de presa dual apresentam melhores propriedades mecânicas que os cimentos fotopolimerizáveis e de polimerização química.

Utilizando estes cimentos duais, a fotoativação é recomendada para estabilizar a prótese em posição de assentamento final e para ajudar a maximizar o grau de conversão e as propriedades físicas do cimento (Cesar *et al.*, 2005). Os cimentos de presa dual possuem os co-iniciadores, peróxido de amina, encontrados também nos compósitos quimicamente ativados e também os fotoiniciadores (canforoquinona), que também estão presentes nas resinas compostas fotopolimerizáveis (Peters & Meiers, 1996). Apesar disso, El-Mowafy & Robo, em 2000, observaram que ocorre redução das propriedades físicas ideais dos compostos resinosos e do desempenho dos mesmos, quando houve polimerização incompleta de cimentos resinosos de presa dual.

A adequada polimerização é um fator crucial para obter propriedades físicas ideais e um desempenho clínico satisfatório do composto resinoso (Oberlander *et al.*, 1999). A polimerização inadequada diminui as propriedades físicas do composto resinoso, afetando a força, a resistência, o ganho de água e a estabilidade de cor (Oberlander *et al.*, 1999). Com um baixo grau de conversão (conversão de monômeros em polímeros durante e após a fotoativação) é possível ocorrer a liberação de

substâncias tóxicas, devida formação inadequada da rede do polímero (Ferracane, 1985; Ozyesil *et al.*, 2004).

O grau de conversão dos monômeros é considerado o principal fator que possa modular o perfil do material, pois afeta muito as propriedades mecânicas e o potencial de causar reações biológicas adversas (Ferracane, 1985).

Braga *et al.* (2002), após avaliar diferentes cimentos resinosos em função do método de polimerização, não encontraram correlação entre microdureza e resistência flexural. De acordo com esses autores, fatores como tipo e tamanho de partículas também podem interferir nos resultados. Fatores como os tipos de monômeros que constituem a cadeia polimérica (Asmussen & Peutzfeldt, 2003) e a concentração dos iniciadores (Ferracane & Greenes, 1986) também interferem na microdureza e na resistência flexural.

Com isto, pode-se dizer que o ideal, seria um material resinoso que tivesse todo seu monômero convertido em polímero durante a reação da polimerização (Zalking & Hochman, 1997). Mas infelizmente, todos os monômeros de dimetil metacrilato exibem monômeros residuais consideráveis no produto final, pois o grau de conversão varia de 55% a 75% sob condição de irradiação convencional (Ferracane, 1985; Silikas *et al.*, 2000).

O grau de conversão final de uma resina depende da estrutura química do monômero do dimetil metacrilato e também das condições da polimerização, incluindo a atmosfera, a temperatura, a intensidade luminosa, e a concentração e fotoiniciador (Sideridou *et al.*, 2002).

Os cimentos resinosos duais são geralmente compósitos híbridos baseados em Bis-GMA. Normalmente a polimerização é iniciada quimicamente e/ou pela luz visível usando um fotopolimerizador com intensidade de luz de 400 a 500mW/cm.

Até recentemente, os cimentos resinosos eram polimerizados quase exclusivamente com uma fonte emissora de uma luz azul halógena. Estes tipos de fontes luminosas geralmente se operam em intensidades que variam entre 400 e 800 mW/cm<sup>2</sup> (Munksgaard *et al.*, 2000; Ozyesil *et al.*, 2004). Hoje, alguns destes cimentos também polimerizam-se quimicamente através da ausência de oxigênio e reações

químicas com início na fotoativação (Kumbologlu *et al.*, 2004), mas alguns autores relatam que o componente de cura química não é suficiente para garantir alta resistência ou polimerização aceitável do cimento resinoso (Hasegawa, *et al.*, 1991; Darr & Jacobsen, 1995; El-Badrawy & El-Mowafy, 1995; El-Mowafy *et al.*, 1999; Soares *et al.*, 2006). Isto foi demonstrado nos resultados do estudo onde cerâmicas com 4mm de espessura e cor A3,5 e A4 resultaram em resistência menor do cimento resinoso (Soares *et al.*, 2006). O grau de polimerização também foi questionado devido à dificuldade da penetração da luz através da cerâmica e da incerteza da compensação química da polimerização na ausência da luz (El-Mowafy *et al.*, 1999).

No estudo de Meng *et al.*, em 2006, investigaram a dureza de três cimentos duais (Linkmax, Nexo 2 e Variolink II) fotoativados ou não com interposições de discos de porcelanas de 1 a 5mm de espessura confeccionados pela tecnologia CAD/CAM (Cerec), sendo a dureza aferida em intervalos de tempo de até 5 dias. Foi observado que a dureza aumentou rapidamente na primeira meia hora continuando a aumentar, mas em baixa taxa até a máxima dureza. A espessura da cerâmica teve influência significativa na dureza de todos os cimentos, especialmente quando a espessura cerâmica era maior que 4mm.

A longevidade de restaurações indiretas de resina ou cerâmica dependem de cada etapa dos procedimentos clínicos e laboratoriais (Zalkind *et al.*, 1997). A não polimerização total por parte do cimento pode comprometer o resultado final pois a cimentação é a etapa mais crítica e envolve a aplicação do sistema adesivo e o cimento resinoso (Swift *et al.*, 2001; Mak *et al.*, 2002; Giannini *et al.*, 2006).

Alguns estudos sugeriram a aplicação de sistemas adesivos que são capazes de alcançar um alto grau de conversão pela exposição à luz antes da colocação da restauração indireta (Pfeifer *et al.*, 2003; Ozyesil *et al.*, 2004; Giannini *et al.*, 2006). Quando não há adequada fotopolimerização do sistema adesivo, a união pode ser prejudicada. Quando uma restauração indireta é colocada, a opacidade do material ou a absorção da luz pode impedir que a luz seja transmitida ao cimento resinoso e ao sistema adesivo (Ozyesil *et al.*, 2004). As áreas incompletamente polimerizadas dentro da camada híbrida ou na camada adesiva podem permitir a



difusão de umidade e contaminação, que podem diminuir a força adesiva naquelas áreas e comprometer a longevidade das restaurações adesivas (Eliades *et al.*, 2000; Ozyesil *et al.*, 2004).

A absorção de luz causa também a polimerização incompleta dos monômeros dos cimentos resinosos (Yatani *et al.*, 1998). A polimerização através da porcelana dificulta que a luz atinja com efetividade o cimento, causando a incompleta polimerização (Baratieri *et al.*, 1999). Como mencionado, mesmo o cimento sendo de polimerização dual, a absorção parcial da luz por parte dos monômeros não garante a total polimerização (Boyer & Chan, 1991; Darr & Jacobsen, 1995; El-Badrawy & El-Mowafy, 1995; El-Mowafy *et al.*, 1999; Barghi & Alister, 2003; Soares *et al.*, 2006).

No estudo realizado por Uctasli *et al.*, em 1994, foi analisada a influência da espessura e da opacidade da porcelana na polimerização de dois cimentos fotoativáveis (híbrido e microparticulado) e um cimento dual. Os valores de microdureza foram obtidos da superfície e de 1mm de profundidade, sendo as amostras polimerizadas por 40 segundos sob discos de porcelana de espessuras e opacidades diferentes. Os resultados mostraram que o aumento da espessura e da opacidade da porcelana produziram diminuição significativa na microdureza dos cimentos resinosos, sendo atenuado nos microparticulados em comparação com os híbridos; já nas amostras dos cimentos híbridos, o cimento fotoativado teve um melhor resultado que o dual.

A polimerização em preparos profundos ou em regiões interproximais (mesial e distal na região gengival) realça mais o problema da polimerização incompleta do cimento (El-Mowafy *et al.*, 1999). Por isso é importante avaliar a polimerização dos cimentos resinosos simulando estas regiões.

Como ainda restam dúvidas em relação à polimerização dos cimentos resinosos de presa dual sob as coroas cerâmicas, o presente trabalho tem por objetivo oferecer informações sobre a qualidade da polimerização nesta situação.

## **2. PROPOSIÇÃO:**

O objetivo deste estudo foi avaliar a microdureza de cimentos resinosos de presa dual sob os sistemas cerâmicos IPS Empress II e In Ceram Alumina, com espessuras de 2mm e 4mm, simulando as porções oclusal e proximal dos preparos respectivamente, em três intervalos de tempo.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Delineamento Experimental

Os fatores avaliados neste estudo foram: o *Cimento* em três níveis, o *Sistema Cerâmico* em cinco níveis (Tabela 1) e o *Tempo* em três níveis (imediato, 24 horas e 14 dias). As unidades experimentais foram 165 amostras dos cimentos (n=11 por grupo), sendo a variável de resposta a *Microdureza Knoop* dos cimentos avaliada quantitativamente. A seqüência de confecção das amostras de cada grupo foi através de sorteio aleatório (Anexo 1).

#### 3.2. Confecção das Cerâmicas

Com a medida das matrizes acrílicas, cilíndricas, usadas para a confecção das amostras, foram confeccionadas cerâmicas cilíndricas com diâmetro e com altura de superfície interna maiores que a das matrizes, que foram duplicadas com silicona de adição e vazadas com gessos tipo IV, para a confecção dos troquéis.

As peças protéticas foram confeccionadas pelo laboratório Silgitz (Curitiba – PR).

O In-Ceram (Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co.KG, Alemanha) foi realizado sob um troquel de gesso (copia da matriz acrílica), seguindo os procedimentos protéticos :

- Aplicação do espaçador no troquel
- Aplicação da barbotina (suspensão de óxido de alumínio,  $Al_2O_3$ , de grânulos finíssimos)
- Cocção de sinterização do coping
- Infiltração do vidro em forno
- Acabamento do coping infiltrado
- Copping com 1mm de espessura
- Revestimento do coping pela porcelana.

O revestimento cerâmico foi realizado com porcelana VM7 da Vita Zahnfabrik como recomendado pelo fabricante, de cor A3.

O IPS-Empress (Vivadent Ivoclar Ltda, EUA) foi realizado sob um troquel de gesso (copia da matriz acrílica), seguindo os procedimentos protéticos:

- Aplicação do espaçador no troquel
- Enceramento do troquel
- Estruamento da sub estrutura
- Inclusão da peça no anel
- Aquecimento do anel para volatilização da cera
- Colocação da pastilha e êmbolo de injeção no forno
- Prensagem
- Jateamento da peça removendo o revestimento e lavagem com líquido Invex
- Acabamento e polimento do coping
- Copping com 1mm de espessura
- Aplicação cerâmica sob o coping

O revestimento cerâmico foi realizado com porcelana IPS Eris For E2 Vivadent Ivoclar como recomendado pelo fabricante, de cor A3.

### **3.3. Confeção das amostras**

Para este estudo foram utilizadas matrizes acrílicas, cilíndricas, de 4mm de diâmetro interno, por 1mm de altura (Figura 1), nas quais foram inseridos os cimentos resinosos de presa dual.

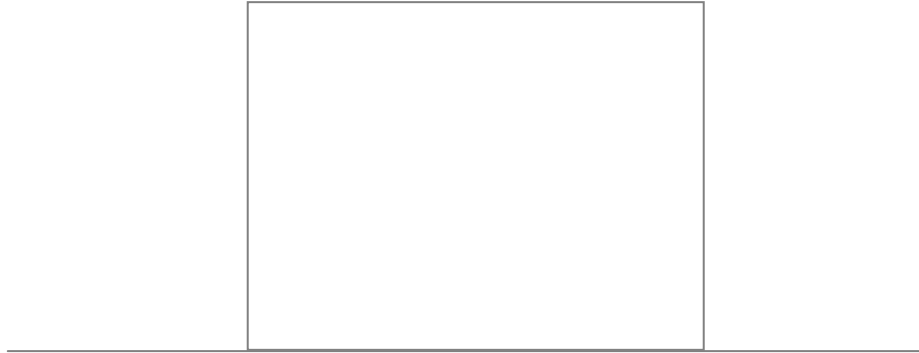


Figura 1: Matriz acrílica utilizada no experimento.

As matrizes foram marcadas com uma linha na sua parte superior para indicar a região correspondente à face vestibular de um elemento dental, dando uma referência de posicionamento para as avaliações.

Os cimentos resinosos foram manipulados de acordo com as recomendações dos fabricantes, como descrito a seguir:

- O cimento Eco-Link (Ivoclar Vivadent Ltda, EUA - Figura 2) foi dispensado da seringa dupla, na proporção de 1:1, sobre uma placa de vidro, e misturado por 40 segundos;
- O cimento Rely X ARC (3M ESPE, EUA - Figura 3) foi depositado sobre uma placa de vidro usando seringa dupla, na proporção de 1:1 e o mesmo foi espatulado por 30 segundos até a homogeneização das pastas;
- Quantidades iguais (1:1) das pastas A e B do cimento Panavia F (Kuraray Co., Japão - Figura 4) foram depositadas sobre uma placa de vidro, que foi espatulado por 40 segundos.

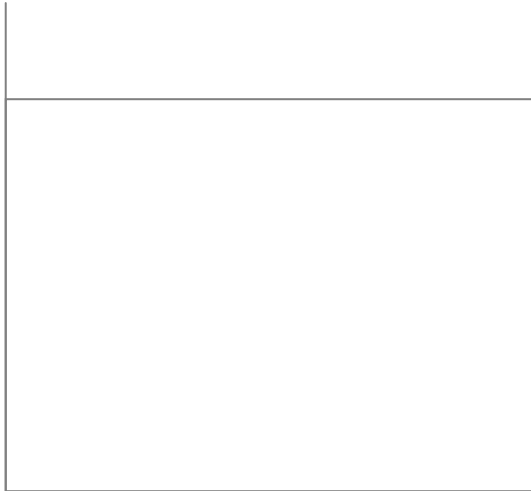


Figura 2: Cimento Eco-Link

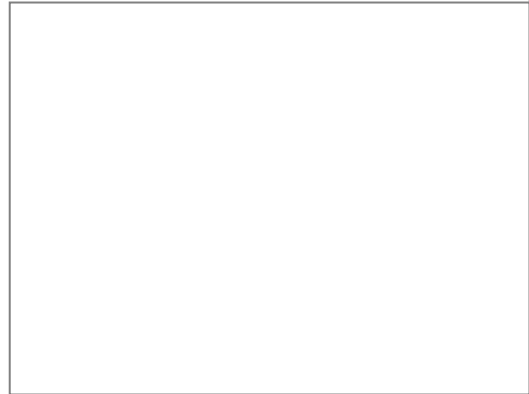


Figura 3: Cimento Rely X ARC



Figura 4: Cimento Panavia F

Para a espatulação dos cimentos foi usada a espátula 8B (Hu-Friedy Manufacturing Company, Inc., EUA) e os cimentos foram inseridos nas matrizes acrílicas com o auxílio da espátula 24F (Hu-Friedy Manufacturing Company, Inc., EUA - Figuras 5A e 5B).

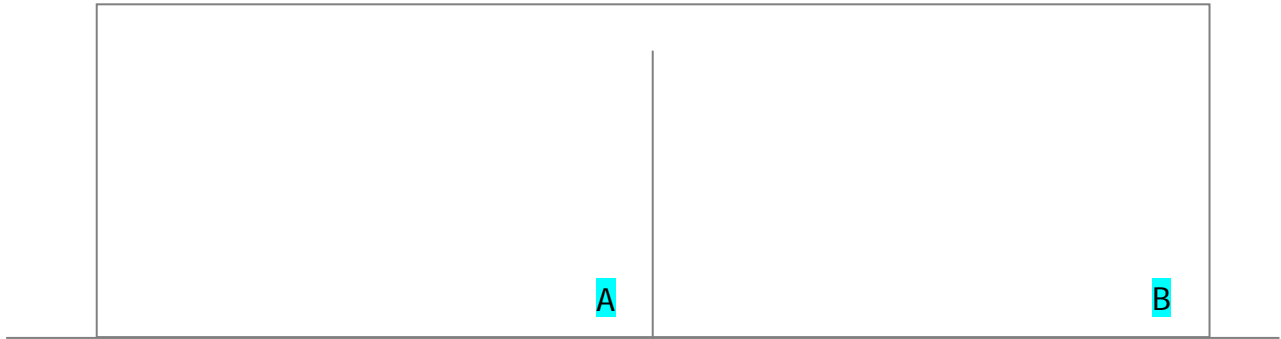


Figura 5: A- Espátula de manipulação 8B; B- Espátula 24F utilizada para a inserção dos cimentos.

Com a espátula 8B levou-se a pasta catalisadora em direção à pasta resinosa, misturando as duas porções e realizando a espatulação (Figura 6).

Após a espatulação, o cimento foi removido da placa de vidro e levado à matriz acrílica que foi posicionada sobre uma placa de vidro. A inserção do cimento resinoso na matriz foi realizada lentamente para evitar a formação de bolhas de ar. A espátula era colocada sobre a matriz e o cimento escoava para dentro da matriz (Figura 7A, 7B, 7C e 7D).

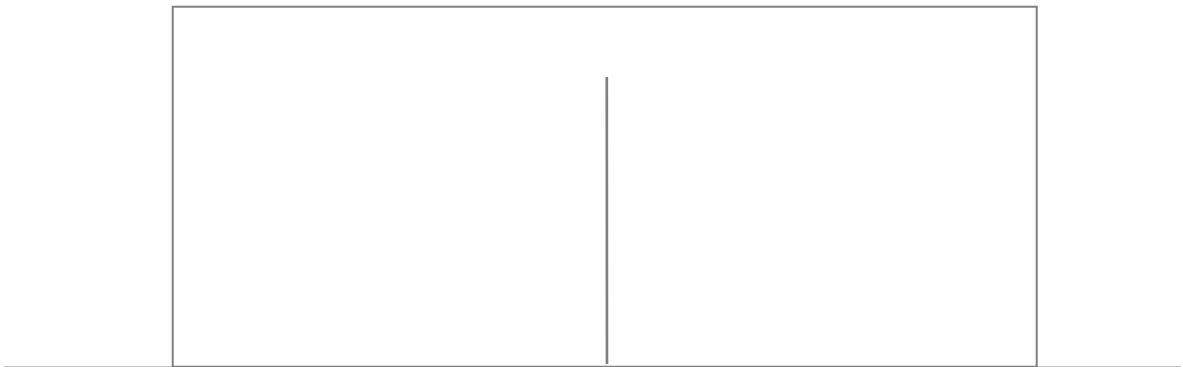


Figura 6: A- Aproximação da pasta catalisadora com a pasta resinosa; B- Início da espatulação.

Em seguida foi colocada uma tira de poliéster recortada um pouco maior que o tamanho da matriz, de forma circular (Figura 8) sobre o cimento, isolando-o do sistema cerâmico (Figura 9).

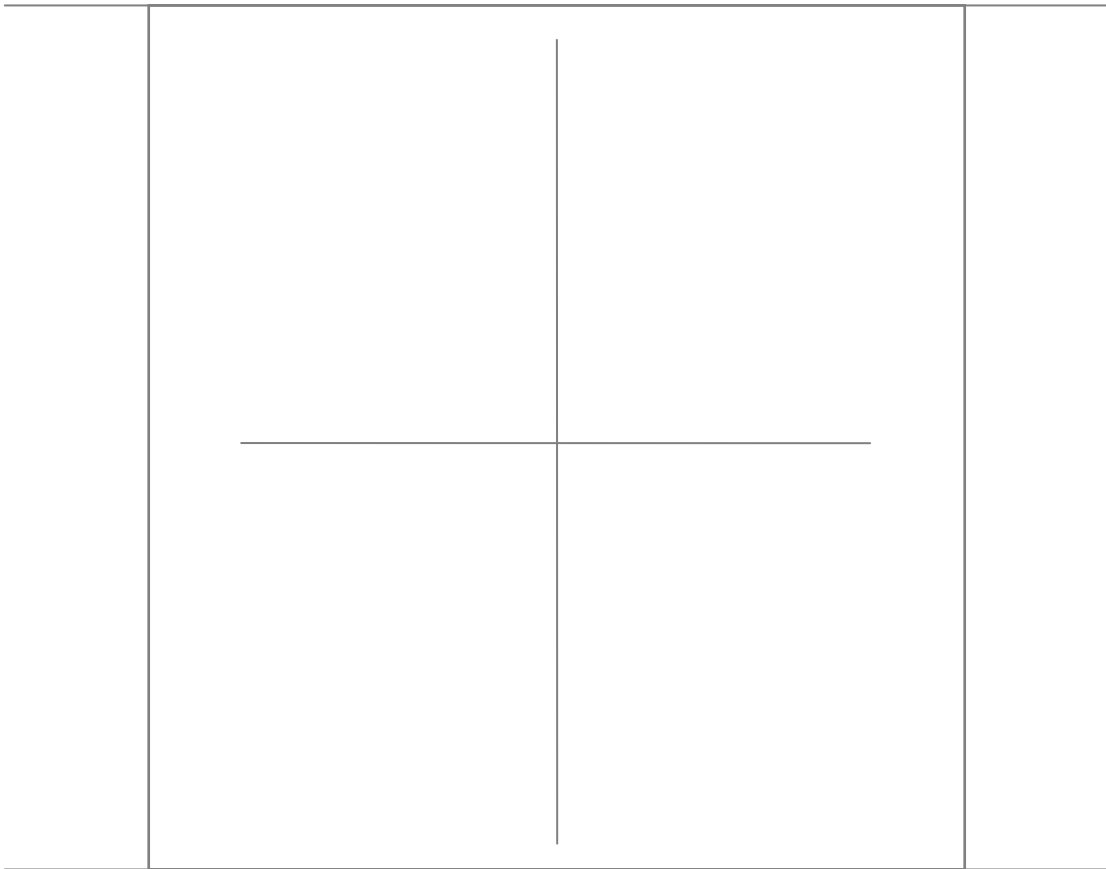


Figura 7: Seqüência da inserção do material resinoso na matriz acrílica.

Diminuir a figura 7 para caber a 8 e a 9 nesta página (a página seguinte está muito vazia!)

Redistribuir o texto e as fotos das páginas seguintes!



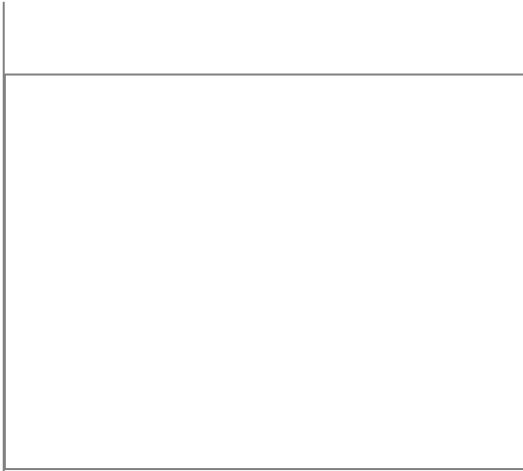


Figura 8: Tiras de poliéster recortadas.



Figura 9: Colocação da tira sobre a matriz.

Sobre a matriz com a tira de poliéster posicionada, foi colocada uma lamínula de vidro, e sobre a mesma um peso de 500 g (Figura 10), que permaneceu em posição por 30 segundos e tinha como função promover o escoamento do excesso de cimento resinoso e possibilitava que as superfícies das amostras ficassem planas (Figura 11) para a avaliação no microdurômetro.

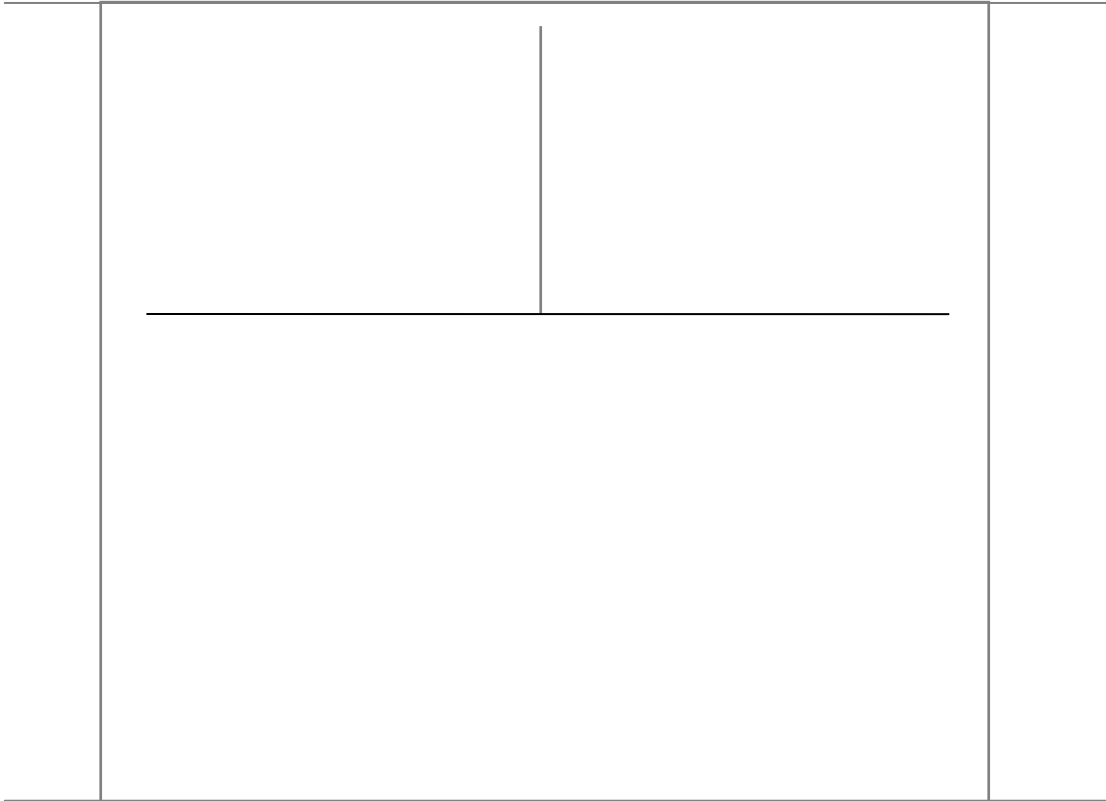


Figura 10: A e B- Posicionamento da lamínula de vidro sobre a tira de políéster-cimento-matriz; C- Colocação do peso sobre a lamínula de vidro.

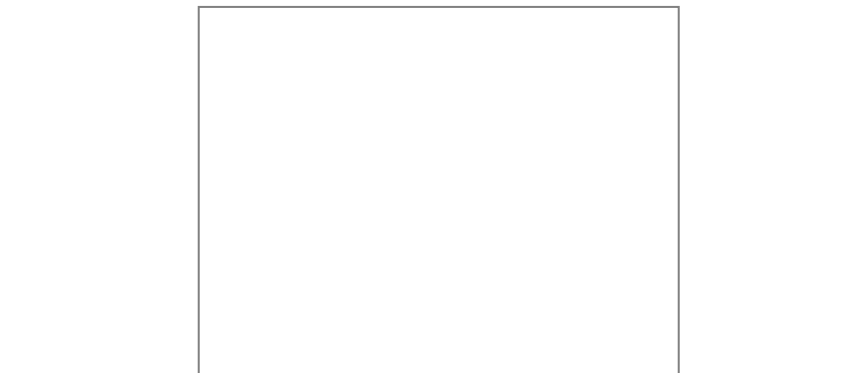


Figura 11: Matriz com tira de políéster após o escoamento do cimento.

Após a inserção de um dos cimentos na matriz, um dos sistemas cerâmicos foi posicionado sobre a matriz, de acordo com os grupos (n=11) descritos na Tabela 1:

Tabela 1: Apresentação dos grupos de acordo com os cimentos resinosos e sistemas cerâmicos utilizados.

<b>Grupo</b>	<b>Cimento</b>	<b>Sistema Cerâmico</b>
<b>G1</b>	Eco-Link	----
<b>G2</b>	Rely X ARC	----
<b>G3</b>	Panavia F	----
<b>G4</b>	Eco-Link	In Ceram 2mm
<b>G5</b>	Rely X ARC	In Ceram 2mm
<b>G6</b>	Panavia F	In Ceram 2mm
<b>G7</b>	Eco-Link	IPS Empress II 2mm
<b>G8</b>	Rely X ARC	IPS Empress II 2mm
<b>G9</b>	Panavia F	IPS Empress II 2mm
<b>G10</b>	Eco-Link	In Ceram 4mm
<b>G11</b>	Rely X ARC	In Ceram 4mm
<b>G12</b>	Panavia F	In Ceram 4mm
<b>G13</b>	Eco-Link	IPS Empress II 4mm
<b>G14</b>	Rely X	IPS Empress II 4mm
<b>G15</b>	Panavia F	IPS Empress II 4mm

Foram usados dois sistemas cerâmicos o IPS Empress II (Vivadent Ivoclar Ltda, EUA) e In Ceram Alumina (Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co.KG, Alemanha). O IPS Empress II tem uma opacidade menor, representando os sistemas cerâmicos mais translúcidos e o In Ceram, com uma opacidade maior, representa os sistemas cerâmicos mais opacos (Figura 12).

Para aproximar ao máximo da situação clínica, peças cerâmicas foram confeccionadas com um coping de 1mm de espessura (Figuras 12 e 13), com duas espessuras totais da cerâmica: 2mm e 4mm, simulando as porções oclusal e proximal

dos preparos respectivamente (Figura 14). Ambas as cerâmicas foram confeccionadas na cor A3.

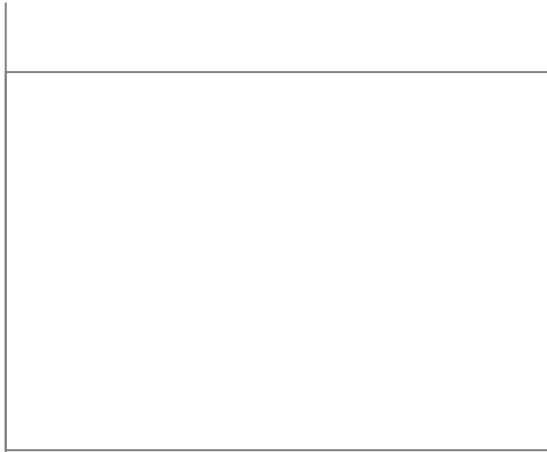


Figura 12: Aparência dos copins dos sistemas In Ceram Alumina e IPS Empress II.



Figura 13: Espessímetro mostrando espessura do coping.



Figura 14: Apresentação peça protética com 4 mm de espessura, com 2 mm de espessura e o coping com 1 mm de espessura.

Para simular a polimerização do cimento na superfície oclusal, em que a espessura da cerâmica geralmente é de 2mm pela redução ocorrida em um preparo, a peça protética cerâmica foi confeccionado com esta espessura de 2mm (Figura 15). Na região proximal de um preparo para restauração indireta a luz precisa atravessar uma espessura maior de cerâmica, já que nesta região o preparo fica próximo à margem gengival. Por isso, para simular a região proximal a peça protética cerâmica foi confeccionado com espessura de 4mm, como exemplifica a Figura 16.

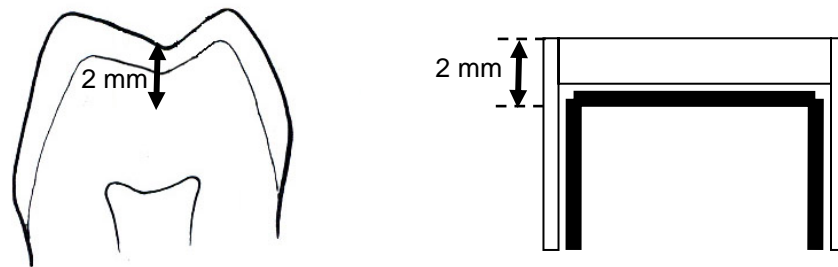


Figura 15: A- Ilustração de um dente e o desgaste de 2 mm que geralmente é realizado na superfície oclusal; B- Desenho esquemático do corpo-de-prova.

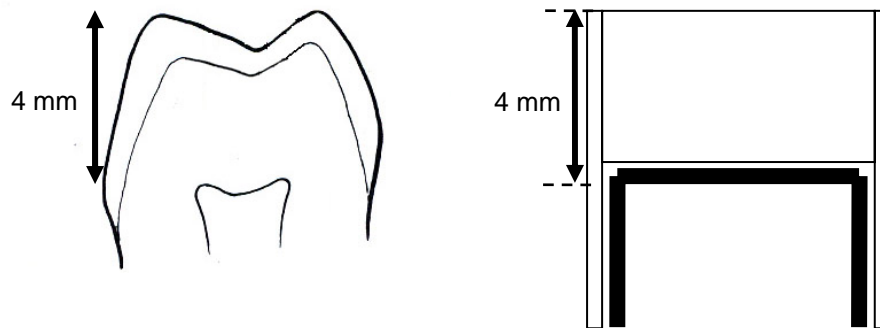


Figura 16: A- Ilustração de um dente e da espessura de 4 mm de cerâmica na região proximal; B- Desenho esquemático do corpo-de-prova.

Estes sistemas cerâmicos foram posicionados sobre a matriz preenchida com o cimento e com a tira de poliéster. Desta forma simulam a cimentação das peças cerâmicas em elementos dentais.

As peças cerâmicas foram apreendidas com bastões de cera pegajosa (Kota Ind. Com. Ltda., Brasil) e colocadas sobre as matrizes de forma vertical como apresentado na Figura 17, evitando o deslocamento da matriz e o contato do cimento com o interior da peça protética.

Com o sistema cerâmico posicionado, a fotopolimerização foi realizada por 40 segundos na porção que simula a face oclusal, 40 segundos na "face vestibular" (na marcação inicial das amostras) e 40 segundos na "face lingual" (oposta à marcação inicial das amostras) (Figura 18), utilizando o aparelho fotopolimerizador Optilux 501

(Demetrom/Kerr, EUA) (Figura 19), que foi aferido com radiômetro a apresentou intensidade variando de 700 a 710 mW/cm<sup>2</sup>.

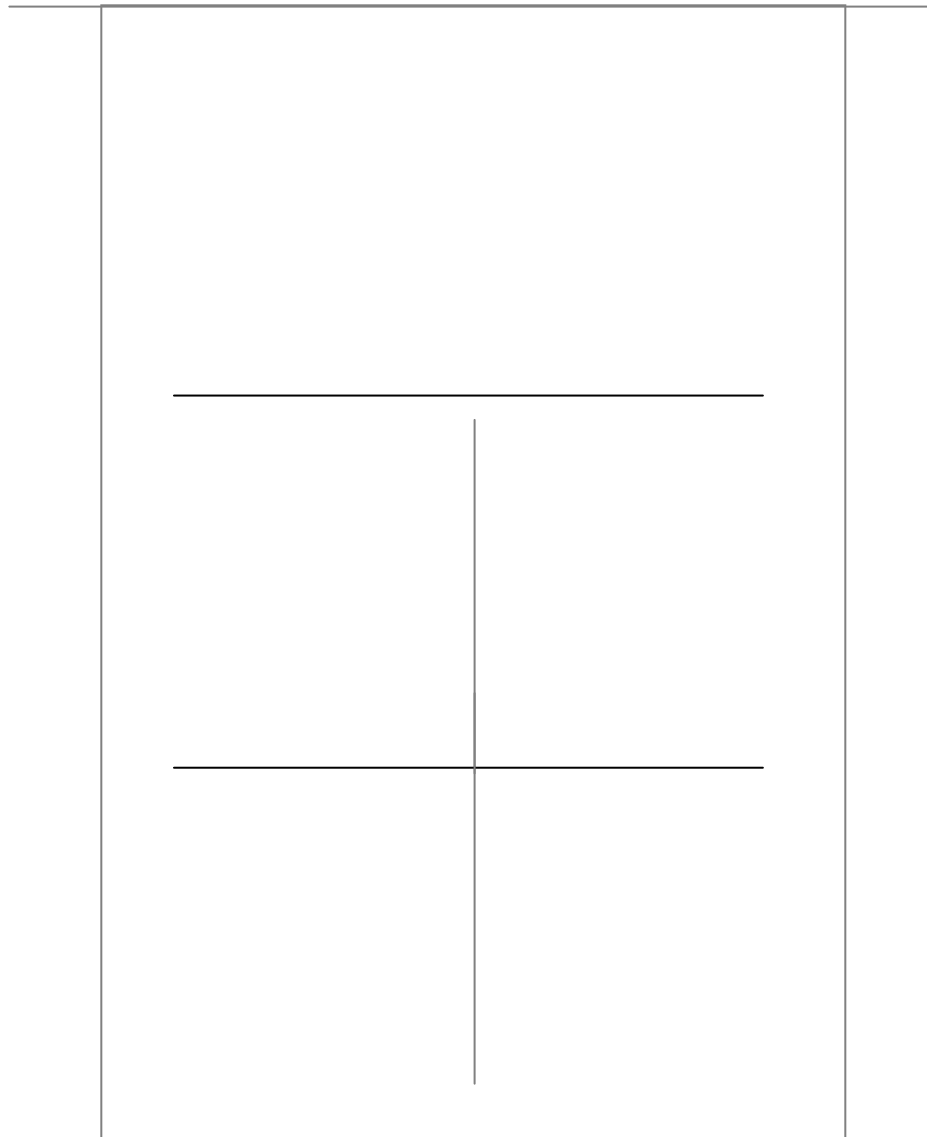


Figura 17: Inserção das peças protéticas sobre as matrizes.

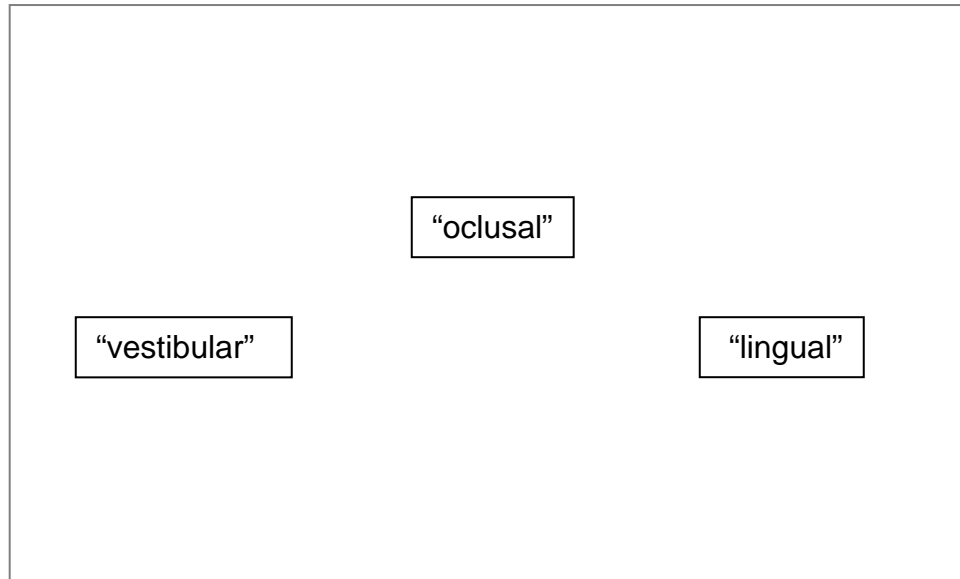


Figura 18: Fotopolimerização da peça por "oclusal", "vestibular" e "lingual".

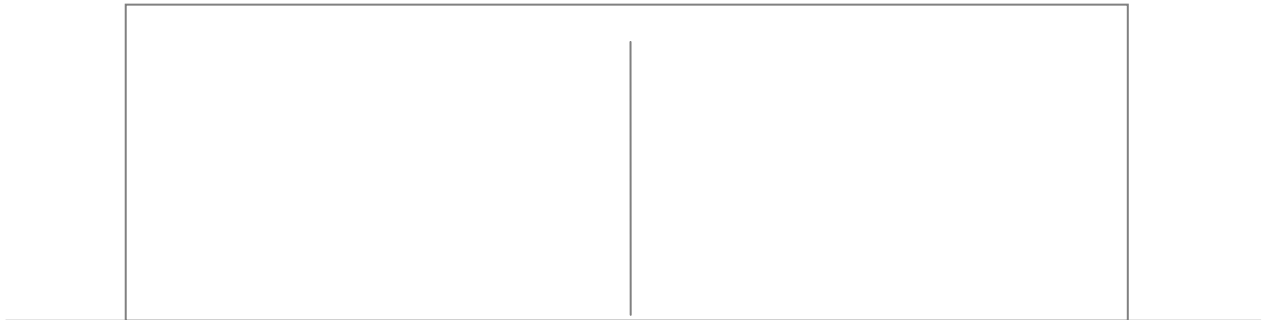


Figura 19: A- Fotopolimerizador utilizado; B- Radiômetro mostrando a intensidade de luz.

Após a fotopolimerização, o sistema cerâmico foi retirado para a obtenção do corpo-de-prova (Figura 20).

Imediatamente após a confecção do corpo-de-prova, a primeira avaliação da microdureza foi realizada.

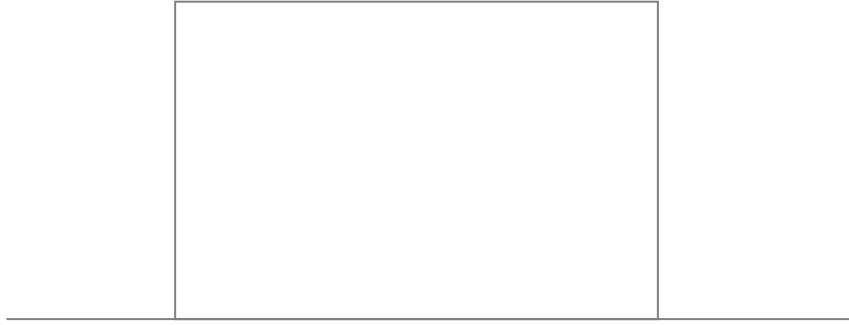


Figura 20: Corpo-de-prova confeccionado.

### 3.4. Avaliação da microdureza

O ensaio de microdureza foi realizado utilizando-se microdurômetro Pantec (Panambra Ind. e Técnica SA, Brasil - Figura 21) e penetrador tipo Knoop, com carga de 25 gramas e tempo de aplicação de 5 segundos.

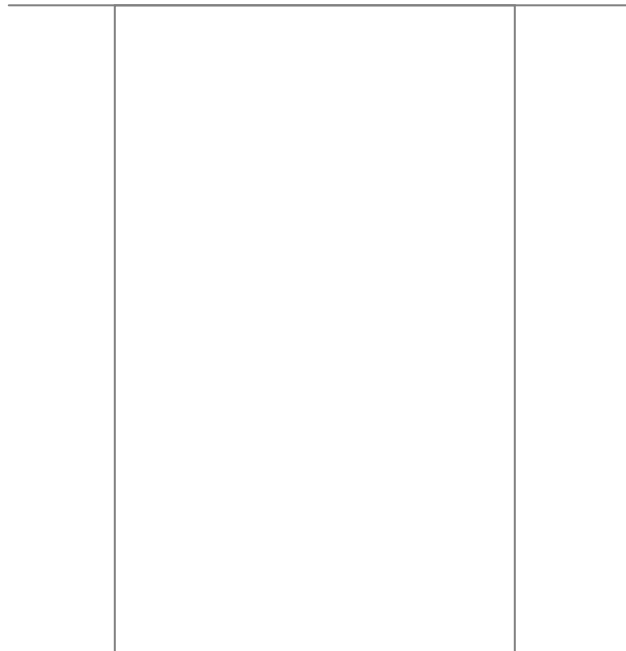


Figura 21: Microdurômetro Pantec utilizado neste estudo.



Em cada corpo-de-prova foram realizadas 5 indentações eqüidistantes. As indentações foram realizadas a 1000 $\mu$ m, 2000 $\mu$ m e 3000 $\mu$ m da marca superior da matriz; e 1000 $\mu$ m à direita e 1000 $\mu$ m à esquerda da indentação central (Figura 22).

Após a realização de cada indentação era medida a diagonal maior e o microdurômetro fornecia o número de microdureza Knoop, que é calculado através da fórmula:  $KHN = 14,23 \times 10^6 \times F/d^2$ , onde, F = força em gramas, d=distância da diagonal maior, em micrômetros.

Em seguida foi calculada a microdureza média para cada corpo-de-prova.

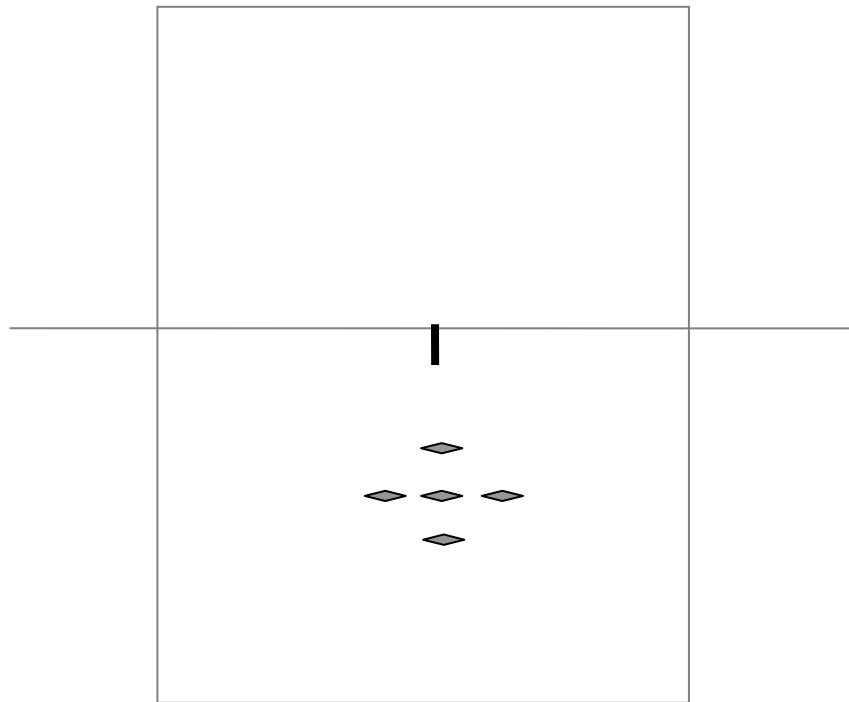


Figura 22: Penetrador fazendo a indentação e esquema simulando o posicionamento das indentações.

As avaliações da microdureza foram realizadas em todos os corpos-de-prova imediatamente após a fotopolimerização, depois de 24 horas e depois de 14 dias.

Após cada avaliação, os corpos-de-prova ficaram armazenados em potes de plástico pretos, ao abrigo da luz, em umidade relativa a 37°C.

### **3.5. Análise Estatística**

Foram consideradas as médias de microdureza das cinco indentações em cada tempo de avaliação. A avaliação dos dados foi realizada através da Análise de Variância em esquema de parcela subdividida (SAS V8 - SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) e do Teste Tukey (SANEST - EPAMIG, MG, Brasil), ao nível de significância de 5%. Após analisadas as pressuposições do modelo (independência das observações, normalidade, homogeneidade das variâncias e aditividade dos parâmetros do modelo estatístico), foi sugerida a transformação logarítmica dos dados na base 10.

#### 4. RESULTADOS

A Análise de Variância demonstrou diferenças estatisticamente significantes para os fatores *Cimento* ( $p=0,0001$ ), *Sistema Cerâmico* ( $p=0,02$ ) e *Tempo* ( $p=0,0001$ ) (Tabela 2 e Anexo 2). Não houve interação entre os fatores *Cimento* e *Sistema Cerâmico*, nem entre os fatores *Cimento* e *Tempo*. Entretanto, a interação dupla entre os fatores *Sistema Cerâmico* e *Tempo* ( $p=0.004$ ), e a interação tripla entre os fatores *Cimento*, *Sistema Cerâmico* e *Tempo* ( $p=0.03$ ) também foram significativas.

Nas Tabelas 3 a 5 são apresentadas as médias de microdureza Knoop, o desvio padrão e a comparação entre os cimentos pelo Teste Tukey.

Tabela 2: Análise de Variância

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Cimento	2	54.5449681	27.2724841	60.5764	0.00001
Sistema Cerâmico	4	5.3761280	1.3440320	2.9853	0.02064
Cim*Sist Ceram	8	3.9495536	0.4936942	1.0966	0.36856
Resíduo (A)	150	67.5324071	0.4502160		
Parcelas	164	131.4030568			
Tempo	2	7.3586807	3.6793404	27.5867	0.00001
Cim*Tem	4	0.5710067	0.1427517	1.0703	0.37158
Sist Ceram*Tem	8	3.1088392	0.3886049	2.9137	0.00412
Cim*Sist Ceram*Tem	16	3.7747532	0.2359221	1.7689	0.03434
Resíduo B	300	40.0120950	0.1333736		
Total	494	186.2284315			

Média geral = 2.949036

Coefficiente de Variação (A) = 13.136 %

Coefficiente de Variação (B) = 12.384 %

Na avaliação imediatamente após a fotopolimerização (Tabela 3), o cimento Eco-Link apresentou valores de dureza significativamente menores que do cimento Panavia F com a interposição de qualquer um dos sistemas cerâmicos. Não foram detectadas diferenças entre os cimentos resinosos quando não se utilizou os sistemas

cerâmicos como interposição. Nessa mesma avaliação o cimento Rely X ARC só apresentou dureza menor que o Panavia F com a interposição dos sistemas cerâmicos In Ceram 4 mm e Empress 4 mm.

Na avaliação após 24 horas da fotopolimerização o cimento Eco-Link teve menor dureza que o cimento Panavia F com a interposição de qualquer sistema cerâmico e no grupo controle. Já a dureza do cimento Rely X ARC não diferiu do cimento Panavia F no grupo controle ou com a interposição do sistema In Ceram 2 mm (Tabela 4).

Após 14 dias da fotopolimerização, a microdureza dos cimentos Panavia F e Rely X ARC não diferiram entre si para todos os níveis de polimerização. O cimento Eco-Link apresentou dureza estatisticamente menor que o cimento Panavia F, mas sem diferença do cimento Rely X ARC (exceto com o sistema In Ceram 2 mm).

Tabela 3: Resultados de microdureza Knoop dos cimentos resinosos para cada sistema cerâmico, no tempo imediato.

	Panavia F	Eco-Link	Rely X ARC
Controle	22,04 (22,49) a	18,22 (11,56) a	15,87 (4,88) a
In Ceram 2 mm	26,82 (30,19) a	13,36 (4,19) b	17,01 (9,26) ab
Empress 2 mm	32,60 (15,69) a	10,49 (8,59) b	20,32 (20,87) a
In Ceram 4 mm	31,02 (18,77) a	12,66 (7,81) b	17,51 (10,23) b
Empress 4 mm	32,26 (27,48) a	10,80 (8,45) c	17,65 (11,11) b

Médias seguidas de mesma letra (comparação na horizontal) não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ).

Tabela 4: Resultados de microdureza Knoop dos cimentos resinosos para cada sistema cerâmico, após 24 horas da fotopolimerização.

	Panavia F	Eco-Link	Rely X ARC
Controle	40,02 (23,34) a	21,98 (13,01) b	26,43 (16,40) ab
In Ceram 2 mm	28,27 (29,52) a	12,62 (10,35) b	28,82 (20,24) a
Empress 2 mm	40,02 (21,96) a	13,46 (12,99) c	22,68 (21,57) b
In Ceram 4 mm	33,11 (26,74) a	10,15 (5,03) c	17,64 (7,76) b
Empress 4 mm	32,92(26,77) a	16,16 (17,02) b	19,37 (9,87) b

Médias seguidas de mesma letra (comparação na horizontal) não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p>0,05$ ).

Tabela 5: Resultados de microdureza Knoop dos cimentos resinosos para cada sistema cerâmico, após 14 dias da fotopolimerização.

	Panavia F	Eco-Link	Rely X ARC
Controle	33,15 (10,12) a	15,45 (2,97) b	23,14 (6,57) ab
In Ceram 2 mm	21,96 (12,38) a	9,01 (2,13) b	19,07 (6,38) a
Empress 2 mm	23,36 (9,51) a	11,27 (7,48) b	17,16 (3,82) ab
In Ceram 4 mm	19,97 (7,88) a	8,83 (3,31) b	13,86 (5,85) ab
Empress 4 mm	23,05 (7,79) a	12,70 (10,83) b	14,60 (4,53) ab

Médias seguidas de mesma letra (comparação na horizontal) não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p>0,05$ ).

Para os cimentos Panavia F e Rely X ARC não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os diferentes sistemas cerâmicos e o grupo controle, em todos os tempos de avaliação. Só foi observada diferença estatisticamente significativa entre os sistemas cerâmicos para o cimento Eco-Link no tempo de

avaliação de 24 horas, sendo que a dureza observada com a interposição do sistema In Ceram 4mm foi significativamente menor que a do grupo controle (Tabela 6).

Tabela 6: Comparação dos sistemas cerâmicos na avaliação de 24 horas após a fotopolimerização do cimento Eco-Link.

Sistema Cerâmico	Média de Dureza	
Controle	26,98	a
Empress 4 mm	16,16	ab
Empress 2 mm	13,46	ab
In Ceram 2 mm	12,62	ab
In Ceram 4 mm	10,15	b

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ).  
DMS= 0,32323

Nos gráficos 1 a 3 são apresentados os resultados de cada cimento em função do sistema cerâmico em cada um dos tempos de avaliação.

Para o cimento Panavia F, foram detectados menores valores de microdureza no grupo controle imediatamente após a fotoativação. Quando houve interposição do sistema Empress 2 mm, foi observada uma diminuição significativa nos valores de microdureza após 14 dias quando comparado aos valores obtidos após 24 horas. No entanto, não apresentou diferença do grupo analisado imediatamente após a fotoativação. Para o sistema In Ceram 4 mm, os valores de microdureza registrados após 14 dias foram significativamente inferiores aos observados imediatamente e 24 horas após a fotoativação (Gráfico 1).

O cimento Eco-Link apresentou diferença entre os grupos In Ceram 2 mm, onde observou-se uma redução significativa da dureza após 14 dias, quando comparado com o tempo imediato. Quando houve a interposição com o sistema

Empress 4 mm, a microdureza inicial foi significativamente inferior aos valores observados após 24 horas (Gráfico 2).

Para o cimento Rely X ARC, o grupo controle apresentou um aumento significativo nos valores de microdureza após 24 horas, os quais não diferiram significativamente dos valores obtidos após 14 dias. Com interposição do sistema In Ceram 2 mm, houve um aumento significativo na microdureza após 24 horas, no entanto, foi detectada uma redução significativa após 14 dias. Não houve diferença significativa entre o tempo imediato e 14 dias para este sistema cerâmico.

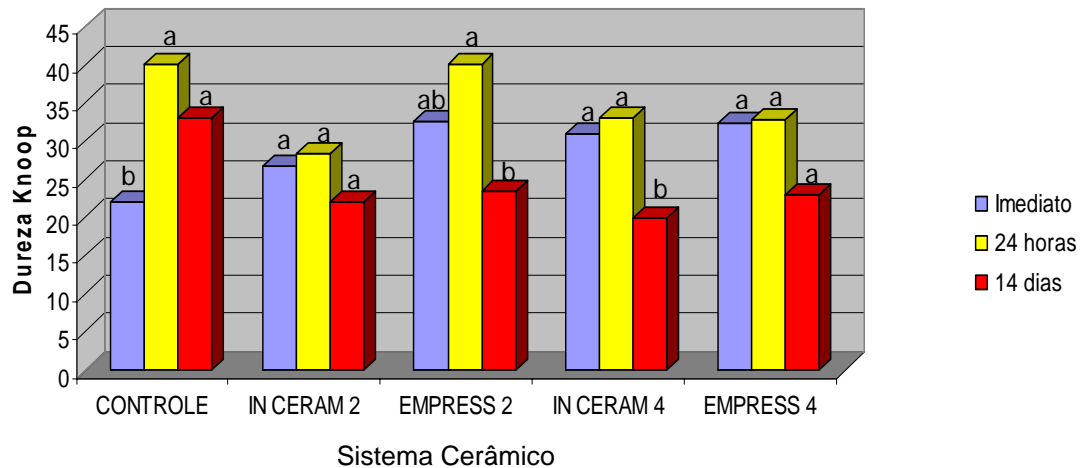


Gráfico 1: Apresentação dos valores de dureza Knoop do cimento Panavia F nos diferentes tempos, para cada sistema cerâmico.

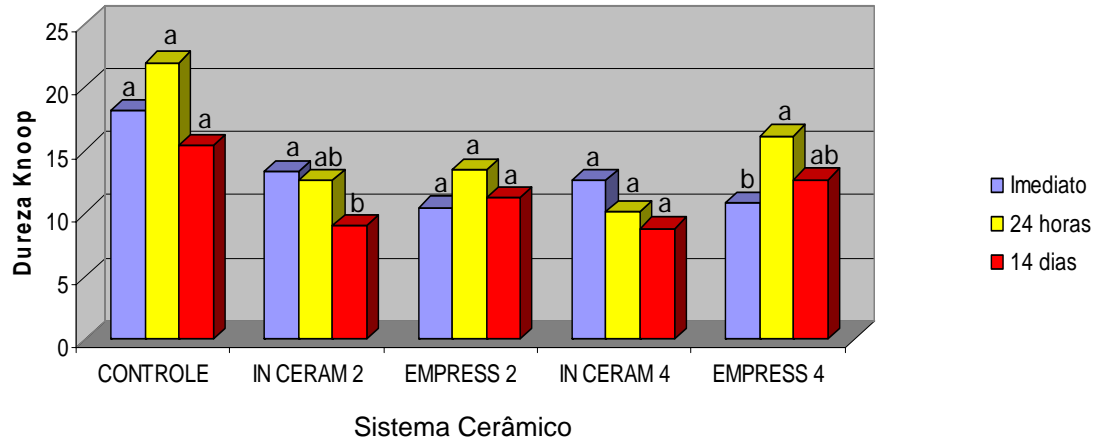


Gráfico 2: Apresentação dos valores de dureza Knoop do cimento Eco-Link nos diferentes tempos, para cada sistema cerâmico.

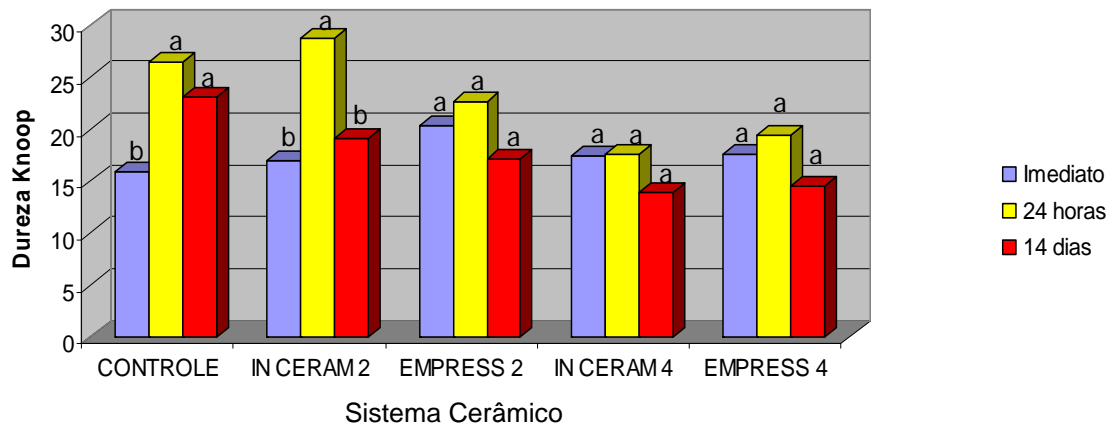


Gráfico 3: Apresentação dos valores de dureza Knoop do cimento Rely X ARC nos diferentes tempos, para cada sistema cerâmico.



## 5. DISCUSSÃO

As novas tecnologias para medições de propriedades físicas, mecânicas e grau de conversão estão melhorando a forma de avaliação dos polímeros (Soh *et al.*, 2003; Hofmann *et al.*, 2002). Para medição do grau de conversão há métodos como a espectroscopia, que é muito sensível, mas é de alto custo e demorado (Shostall & Harrington, 1996). Também existem os métodos indiretos de avaliação como o teste de dureza universal (Jung *et al.*, 2001) e os testes de dureza que são comumente utilizados como indicador de grau de conversão dos cimentos resinosos por ser considerado um método simples e confiável (Darr & Jacobsen, 1995). Sabe-se que há relação entre o grau de conversão e a dureza dos materiais resinosos (Asmussen & Peutzfeldt, 1982; Rueggeberg & Craig, 1988). Um maior grau de conversão resulta normalmente em propriedades físicas e mecânicas melhores (Silikas *et al.*, 2000).

O teste de microdureza Knoop é capaz de detectar diferenças entre cadeias poliméricas, que não são detectadas pela avaliação do grau de conversão (Price *et al.*, 2004). A menor microdureza pode ser sinônimo de polimerização incompleta dos compósitos resinosos para cimentação (Uctasli *et al.*, 1994).

Além disso, a avaliação da dureza é importante, pois a força de união entre restaurações cerâmicas, cimento resinoso e estrutura dental é influenciada pela adequada polimerização do cimento. De acordo com Cavel *et al.*, (1988), se uma adesão eficiente for obtida, o cimento resinoso irá oferecer vantagens clínicas na resistência da restauração e terá solubilidade baixa. Por outro lado, a polimerização incompleta do cimento, pode promover a diminuição das propriedades físicas do material e pode causar irritação pulpar devido à liberação de monômeros não polimerizados.

De acordo com Usumez *et al.*, (2005) é comum nos estudos *in vitro* a mensuração da dureza dos cimentos resinosos após a fotopolimerização, com a interposição de peças protéticas cerâmicas de diferentes sistemas e espessuras.

Neste estudo foi observada diferença de microdureza entre os diferentes cimentos testados, embora todos sejam cimentos resinosos de polimerização dual.

Na avaliação imediatamente após a fotopolimerização o cimento Eco-Link apresentou microdureza significativamente menor que o cimento Panavia F. Somente no grupo controle a microdureza dos dois cimentos não diferiu, indicando que no início da polimerização a fotoativação sem interposição de qualquer sistema cerâmico promoveu melhor polimerização do cimento Eco-Link. Entretanto, na avaliação após 24 horas e 14 dias o cimento Eco-Link apresentou microdureza significativamente menor que o cimento Panavia F para todos os sistemas cerâmicos e para o grupo controle.

O cimento Rely X ARC também apresentou menor microdureza que o cimento Panavia F com a interposição de vários sistemas cerâmicos nas avaliações imediata e após 24 horas. Entretanto, após 14 dias da fotopolimerização o cimento Rely X ARC não diferiu do cimento Panavia F em todos os grupos, embora também não tenha apresentado diferença significativa do cimento Eco-Link em quase todos os grupos. Esses resultados confirmam o estudo de Kumbuloglu *et al.*, (2004) que também não observaram diferença na microdureza dos cimentos Panavia F e Rely X ARC após 7 dias da fotopolimerização.

Essas diferenças de microdureza entre os cimentos podem estar relacionadas a fatores como tipo e volume de carga (Braga *et al.*, 2002), tipo de monômeros que constituem a cadeia polimérica (Asmussen & Peutzfeldt, 2003) e a concentração de iniciadores (Ferracane, 1986). O cimento Eco-Link possui fórmula semelhante ao Variolink 2, que segundo Kumbuloglu *et al.*, (2004) apresenta o monômero UDMA em sua composição, além do bis-GMA presente nos outros cimentos e alto conteúdo de carga, sendo possível que estes fatores tenham afetado a sua microdureza. Além disso, El-Mowafy & Rubo (2000) relatam que no cimento Variolink o mecanismo de polimerização química é relativamente fraco.

Vários estudos demonstraram que o material restaurador utilizado exerce uma notável influência no grau de conversão dos cimentos resinosos (Matsumoto *et al.*, 1986; Ferracane *et al.*, 1986). De acordo com Brodbelt *et al.*, (1980) a transmissão da luz através da porcelana dental depende da espessura e do material. Lee & Greener (1994) também relataram que o efeito da diminuição de energia que atinge o cimento resinoso ocorre pela absorção da luz e dispersão dentro da cerâmica.

Entretanto, neste estudo, a microdureza dos cimentos Panavia F e Rely X ARC não foi afetada pela interposição de nenhum dos sistemas cerâmicos, com 2mm ou 4mm de espessura. É provável que estes cimentos sejam menos dependentes da luz para a reação de polimerização.

Já o cimento Eco-Link apresentou menor microdureza na avaliação após 24 horas da fotopolimerização com a interposição do sistema In Ceram com 4mm, que representa o material mais opaco do estudo e com maior espessura.

Segundo Soares *et al.* (2006) a espessura da cerâmica tem maior influência na microdureza do cimento resinoso dual do que a cor da restauração cerâmica, mas a interação destes dois fatores é importante. Estes autores concluíram que restaurações cerâmicas com até 2mm de espessura não prejudicam a dureza do cimento, mas que restaurações com 4mm de espessura, com maior croma diminuíram a dureza do cimento resinoso.

De acordo com Strang *et al.*, (1987) a cerâmica absorve entre 40% a 50% da luz fotopolimerizadora e que a cor da porcelana só afeta a quantidade de luz que é absorvida quando apresentar espessura maior ou igual a 2mm.

Barghi & MC Alister (2003) não observaram diferenças na microdureza de um cimento fotopolimerizável com ou sem interposição das cerâmicas de 2mm cor A1 e C4, quando foi fotopolimerizado com LED, mas com luz halógena a cerâmica de cor C4 com os tempos de 30 e 60 segundos, obteve valor menor de dureza, embora em uma comparação cumulativa de dureza mostrou resultados similares para ambas as luzes.

Cardash *et al.*, (2003) observaram que para um cimento resinoso dual, alto nível de microdureza foi alcançado com a interposição das cerâmicas com espessura de 2mm em várias cores, sendo que isto não ocorreu com o cimento fotopolimerizável.

Além disso, como observado por Breeding *et al.* (1991), a dureza dos cimentos de polimerização dual foi pouco afetada pela espessura e pela cor das restaurações indiretas de resina composta.

Entretanto, vários trabalhos mostraram que a atenuação da luz fotoativadora, promovida pela interposição do material cerâmico é diretamente

associada com a sua espessura (Brodbelt *et al.*, 1980; Uctasli *et al.*, 1994; Soares *et al.*, 2006).

El-Mowafy & Rubo em 1999 avaliaram a dureza de cimentos resinosos duais (Adherence, Choice, Duolink, Enforce, Lute-It, Nexus, Resinomer and Variolink) com a interposição de inlays cerâmicas com espessuras de 1 a 6mm e observaram redução significativa da microdureza com a interposição da cerâmica com espessura de 2-3mm ou mais, diferentemente do que foi observado neste estudo. Estes mesmos autores, em 2000, mostraram que inlays/onlays de resina composta com espessura maior que 4mm diminuíram a dureza dos cimentos duais em 50% ou mais.

Uctasli *et al.*, (1994) afirmaram que para todos os cimentos resinosos testados (Dicor dual cement, Dicor light-activated cement e Lute-It), o aumento da espessura ou da opacidade da porcelana diminuiu sua polimerização, sendo que isto foi menos evidente nos cimentos resinosos de micropartículas. Neste estudo somente para o cimento Eco-Link, o sistema In Ceram que apresenta opacidade e espessura 4mm maior resultou em dureza menor.

Alguns autores relatam que a opacidade e a saturação do material restaurador são fatores que podem afetar a polimerização do cimento resinoso (Chan & Boyer, 1989; Breeding *et al.*, 1991; O'Keefe *et al.*, 1991; Barghi & McAlister, 2003).

Entretanto, de acordo com Cardash *et al.*, (1993) não existe uma correlação consistente entre os valores de dureza do cimento e a cor dos discos de porcelana utilizados. Estes autores sugerem que o coeficiente de transmissão específico da porcelana pode afetar o grau de polimerização do cimento resinoso.

Segundo Brodbelt *et al.*, (1980) o material cerâmico menos denso irá determinar o aumento da passagem da luz que atingirá o cimento. Já Price *et al.*, (2000) relatam que o aumento da espessura da restauração cerâmica menos densa causa uma diminuição representativa na transmissão de luz. Mas isto não foi observado neste estudo, pois a microdureza das amostras interpostas pelo sistema cerâmico IPS Empress com espessura 4mm não diferiram das amostras interpostas com o mesmo sistema cerâmico com menor espessura.

Provavelmente os resultados do presente estudo diferem dos trabalhos anteriormente citados devido à fotopolimerização em três posições, por 40 segundos cada, simulando o que é realizado clinicamente (por oclusal, vestibular e lingual). Os demais trabalhos realizaram a interposição do sistema cerâmico na forma de discos e fotopolimerizaram apenas simulando a face oclusal, totalizando menor tempo de exposição à luz (Ferracane, 1985; Matsumoto *et al.*, 1986; Lee & Greener, 1994; Uctasli *et al.*, 1994; Cardash *et al.*, 2003; Barghi & Mc Alister, 2003; Kumbuloglu *et al.*, 2004; Jung *et al.*, 2006; Soares *et al.*, 2006; Meng *et al.*, 2006).

A polimerização em preparos profundos ou em regiões interproximais poderia realçar mais o problema da polimerização incompleta do cimento (El-Mowafy *et al.*, 1999). Por isto este estudo tentou simular esta situação clínica da região interproximal através das amostras que foram fotopolimerizadas com a interposição dos sistemas cerâmicos com 4mm. Os resultados deste estudo, no entanto, não mostraram diferenças entre a microdureza dos cimentos polimerizados sem interposição cerâmica e com interposição com espessuras de 2mm ou 4mm, após 14 dias da fotoativação.

Chan & Boyer (1989) mostraram que os cimentos em áreas profundas ou sob restaurações cerâmicas espessas tiveram sua polimerização melhorada quando a intensidade de luz e a duração da exposição foram aumentadas. Talvez pelo maior tempo de fotopolimerização utilizado neste estudo, não tenha sido observada diferença entre as espessuras de cerâmica e a não interposição.

Aumentar o tempo de exposição à luz, para promover maior grau de polimerização, mostra-se o melhor caminho para compensar a interposição das cerâmicas. Esta afirmação está baseada no estudo de Kumbuloglu *et al.*, em 2004, no qual ele também conclui que a polimerização influencia no grau de conversão dos cimentos resinosos duais.

Cardash *et al.*, em 1993, já mostrava que a microdureza Knoop de cimentos polimerizados por 48, 72 e 120 segundos apresentavam diferenças. Os cimentos resinosos duais polimerizados através de cerâmicas com cora maior e com espessura maior, que tinham recebidos um tempo maior de fotoativação obtiveram um grau de

dureza próximo dos cimentos polimerizados sob porcelanas menos densas e menos espessas com tempos menores, mostrando que o tempo de exposição da unidade fotoativadora é importante para polimerização dos cimentos.

Neste estudo os cimentos foram avaliados em relação ao tempo de pós-polimerização, analisando a dureza imediata, após 24 horas e 14 dias.

Na avaliação após 24 horas da fotoativação foram observados maiores valores de dureza que na avaliação imediata, sendo que em alguns grupos esta diferença foi estatisticamente significativa. Isto pode indicar a continuidade da polimerização química dos cimentos. Isto demonstra que os cimentos duais conseguem em parte combinar as propriedades da polimerização através da fotoativação e química, buscando uma polimerização adequada em áreas mais profundas do preparo (Ozyesil *et al.*, 2004).

Um ponto interessante de ser analisado é a queda nos valores de dureza dos cimentos resinosos após 14 dias. Os materiais atingiram o grau máximo de dureza na análise de 24 horas e tiveram queda na análise dos 14 dias. Isto pode ser devido à sorção de água pelos materiais resinosos. Como neste trabalho as amostras foram armazenadas em recipientes com umidade pode ter ocorrido hidrólise das ligações covalentes na matriz da resina ou nas ligações carga-matriz (Soderholm *et al.*, 1984; Gopherich, 1996). Os efeitos da hidrólise podem ser a perda de massa e a diminuição das propriedades mecânicas como a dureza (Gopherich, 1996). Diferentemente, no estudo de Milleding *et al.* (1998), os cimentos resinosos duais de alta viscosidade estocados em água por 60 dias apresentaram microdureza maior que as amostras secas. Entretanto, isto não ocorreu nos cimentos resinosos duais de baixa viscosidade.

Neste estudo a maior influência dos sistemas cerâmicos, especificamente o In Ceram com 4mm ocorreu somente para o cimento Eco-Link. Dessa forma, como o resultado foi dependente do cimento, seria importante buscar melhora da polimerização química deste material.

No estudo de Kumbuloglu *et al.* (2004), o cimento Rely X Unicem que possui presa química exibiu a força compressiva mais elevada entre os materiais (Panavia F,

Variolink 2 e Rely X ARC) e também teve a maior microdureza, mostrando o excelente resultado da polimerização química.

Outra possibilidade para conseguir adequada polimerização dos cimentos é a utilização de fotopolimerizadores com maiores intensidades de luz, como o arco de plasma, as lâmpadas halógenas de alta intensidade e leds de alta intensidade (Tashiro *et al.*, 2004).

Dessa forma, para alcançar a máxima polimerização dos cimentos deve-se realizar a fotopolimerização em várias posições, por um tempo maior, como realizado neste estudo. Além disso, cuidado especial deve ser tomado quando se optar pelo sistema In Ceram em conjunto com o cimento Eco-Link, para garantir adequada polimerização na região proximal, que foi simulada pela espessura de 4mm de cerâmica.

## 6. CONCLUSÃO

Com base nos resultados deste estudo *in vitro* pôde-se concluir que:

- A interposição dos sistemas cerâmicos In Ceram Alumina e IPS Empress II com espessuras de 2mm e 4mm não afetou a microdureza dos cimentos Panavia F e Rely X ARC em todos os tempos de avaliação;

- A interposição do sistema In Ceram Alumina com espessura de 4mm reduziu a microdureza do cimento Eco-Link na avaliação após 24 horas;

- Após 14 dias da fotoativação a microdureza de todos os cimentos não foi afetada pela interposição de qualquer um dos sistemas cerâmicos.



**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS\***

Asmussen E, Peutzfeldt A. Light-emitting diode curing: Influence on selected properties of resin composites. *Quintessence Int* 2003; 34(1): 71-5.

Barghi N, Mc Alister EH. Led and halogen lights: effect of ceramic thickness and shade on curing luting resin. *Compend Contin Educ Dent* 2003; 24(7): 497-500, 502, 504 passim; quiz 508.

Baratieri LN, Ritter AV, Perdigão J, Felipe LA. Direct posterior composite resin restorations; current concepts for the technique. *Pract Periodont Aesthet Dent* 1998; 10(7): 875-86.

Blackman R, Barghi N, Duke E. Influence of ceramic thickness on the polymerization of light-cured resin cement. *J Prosthet Dent* 1990; 63(3): 295-300.

Blank JT. Scientifically based rationale and protocol for use of modern indirect inlays and onlays. *J Esthet Dent* 2000; 12(4): 195-208.

Boyer DB, Chan DC. Hardening of dual-cured cements under composite resin inlays. *J Prosthet Dent* 1991; 66(2): 187-92.

Braga RR, Witzel MF, Singer JM, Azevedo CL. Bond strength between polymer resin-based cement and porcelain-dentin surfaces: influence of polymerization mode and early cyclic loading. *Int J Prosthodont* 2003; 16(2): 145-9.

Braga, RR, Cesar PF, Gonzaga CC. Mechanical properties of resin cements with different activation modes. *J Oral Rehabil* 2002; 29(3): 257-262.

Bitter K, Paris S, Hartwig C, Neumann K, Kielbassa AM. Shear bond strengths of different substrates bonded to lithium disilicate ceramics. *Dent Mater J* 2006; 25(3): 493-502.

\*Baseada no modelo Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

Breeding LC, Dixon DL, Caughman WF. The curing potential of light-activated composite resin luting agents. *J Prosthet Dent* 1991; 65(4): 512-8.

Brodbelt RH, O'Brien WJ, Fan PL. Translucency of dental porcelains. *J Dent Res* 1980; 59(1): 70-5.

Cavel WT, Kelsey WP 3rd, Barkmeier WW, Blankenau RJ. A pilot study of the clinical evaluation of costable ceramic inlay and a dual-cure resin cements. *Quintessence Int* 1988; 19(4): 257-62.

Cardash HS, Baharav H, Pilo R, Ben-Amar A. The effect of porcelain color on the hardness of luting composite resin cement. *J Prosthet Dent* 1993; 69(6): 620-3.

Cardash HS, Ormanier Z, Laufer BZ. Observable deviation of the facial and anterior tooth midlines 2003; 89(3): 282-5.

Ceballos L, Garrido MA, Fuentes V, Rodriguez J. Mechanical characterization of resin cements used for luting fiber posts by nanoindentation. *Dent Mater* 2006; 13(1): 23-8.

Cesar PF, Braga RR, Miranda Jr WG, Romão Jr W. Accuracy of fit and microleakage in ceramic restorations. *Pract Proced Aesthet Dent* 2005; 17(1): 53-4.

Chan KC, Boyer DB. Curing light-activated composite cement through porcelain. *J Dent Res* 1989; 68(3): 476-80.

Darr FH, Jacobsen PH. Conversion of dual cure luting cements. *J Oral Rehabil* 1995; 22(1): 43-7.

Dietschi D, Marret N, Krejci I. Comparative efficiency of plasma and halogen light sources on composite micro-hardness in different curing conditions. *Dent Mater* 2003; 19(6): 493-500.

Dietschi D, Spreafico R. Current clinical concepts for adhesive cementation of tooth-colored posterior restorations. *Pract Periodont Aesthet Dent* 1998; 10(1): 47-54.

Dietschi D, Spreafico R. Adhesive metal-free restorations: Current concepts for the esthetic treatment of posterior teeth. Carol Stream, IL: Quitessence Publishing, 1997, 215p.(a)

Dietschi D, Spreafico R. Restaurações adesivas: Conceitos atuais para o tratamento estético de dentes posteriores. São Paulo: Quitessence Publishing, 1997, 156p.(b)

Drummond JL, Sakaguchi RL, Racean DC, Wazny J, Steinberg AD. Testing mode and surface treatment effects on dentin bonding. *J Biomed Mater Res* 1996; 32(4): 533-41.

El-Badrawy WA, El-Mowafy OM. Chemical versus dual curing of resin inlay cements. *J Prosthet Dent* 1995; 24(1): 38-44.

Eliades T, Eliades G, Bradley TG, Watts DC. Degree of cure of orthodontic adhesives with various polymerization initiation modes. *Eur J Orthod* 2000; 22(4): 395-9.

El-Mowafy OM, Robo MH. Influence of composite inlay/onlay thickness on hardening of dual-cured resin cements. *J Can Dent Assoc* 2000; 66(3): 147.

El-Mowafy OM, Robo MH, El-Badrawy WA. Hardening of new resin cements cured through a ceramic inlay. *Oper Dent* 1999; 24(1): 38-44.

Federlin M, Schmidt S, Hiller KA, Thonemann B, Schmalz G. Partial ceramic crowns: influence of preparation design and luting material on internal adaptation. *Oper Dent* 2004; 29(5): 560-70.

Federlin M, Sipos C, Hiller KA, Thonemann B, Schmalz G. Partial ceramic crowns. Influence of preparation design and luting material on margin integrity-a scanning electron microscopic study. *Clin Oral Investig* 2005; 9(1): 8-17.

Ferracane JL, Greener EH. The effect of resin formulation on the degree of conversion and mechanical properties of dental resins. *J Biomed Mater Res* 1986; 20(1): 121-31.

Ferracane JL. Correlation between hardness and degree of conversion during the setting reaction of unfilled dental restorative resins. *Dent Mater* 1985; 1(1): 11-4.

Fradeani M, Barducci G. Versatility of IPS Empress restorations. Part II: Veneers, inlays, and onlays. *J Esthet Dent* 1996; 8(3): 170-6.

Freedman G. Ultraconservative Dentistry. *Dent Clin North Am* 1998; 42(4): 683-93.

Friedl KH, Jung H, Hiller KA, Furch H, Bernhart S, Schmalz G. Polymerization efficiency of different photocuring units through ceramic discs. *Oper Dent* 2006; 31(1): 68-77.

Friedl KH, Schmalz G, Hiller KA, Saller A. In-vivo evaluation of a feldspathic ceramic system: 2-year results. *J Dent* 1996; 24(1-2): 25-31.

Garber M, Goldstein F. Inlays e Onlays de porcelana e resina composta – Restaurações estéticas em dentes posteriores. São Paulo: Quintessence, 1996, 136-146p.

Giannini M, de Menezes MJ, Arrais CA. Influence of light-activated and auto and dual-polymerizing adhesive systems on bond strength of indirect composite resin to dentin. *J Prosthet Dent* 2006; 96(2): 115-21.

Gophevich A. Mechanisms of polymer degradation and evosion. *Biomaterials* 1996; 17(3): 103-108.

Groten M, Probst L. The influence of different cementation modes on the fracture resistance of feldspathic ceramic crowns. *Int J Prosthodont* 1997; 10(2): 169-77.

Halvorson RH, Erickson RL, Davidson CL. Energy dependent polymerization of resin-based composite. *Dent Mater* 2002; 18(6): 463-9.

Hasegawa EA, Boyer DB, Chan DC. Hardening of dual-cured cements under composite resin inlay. *J Prosthet Dent* 1991; 66(2): 187-92.

Hayashi M, Tsuchitani Y, Miura M, Takeshige F, Ebisu S. 6-Year clinical evaluation of fired ceramic inlay. *Oper Dent* 1998; 23(6): 318-26.

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. *J Oral Rehabil* 2001; 28(11): 1022-8.

Hofmann N, Hugo B, Klaiber B. Effect of irradiation type (LED or QTH) on photo-activated composite shrinkage stain kinetics, temperature rise, and hardness. *Eur J Oral Sci* 2002; 110(6): 471-9.

Jivraj SA, Kim TH, Donovan TE. Selection of luting agents, part. 1 *J Calif Dent Assoc* 2006; 34(2): 149-60.

Jung H, Friedl KL, Hiller KA, Haller A, Schmalz G. Curing efficiency of different polymerization methods through ceramic restorations. *Clin Oral Investig* 2001; 5(5): 156-61.

Lee SY, Greener EH. Effect of excitation energy on dentine bond strength and composite properties. *J Dent* 1994; 22(3): 175-81.

Kaiser M, Wasserman A, Strub JR. Long-term clinical results of VITA In-Ceram Classic: a systematic review. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2006; 116(2): 120-8. Em que idioma vc leu??? Foi só abstract??

Kawano F, Ohguri T, Ichikawa T, Matsumoto N. Influence of thermal cycles in water on flexural strength of laboratory-processed composite resin. *J Oral Rehabil* 2001; 28(8): 703-7.

Kleber CJ, Moore MH, Nelson BJ. Laboratory assessment of tooth whitening by sodium bicarbonate dentifrices. *J Clin Dent* 1998; 9(3): 72-5.

Kumbuloglu O, Lassila LVJ, User A. A study of the physical and chemical properties of four resin composite cements. *Int J Prosthodont* 2004; 17(3): 357-63.

Mak YF, Lai SC, Cheung GS, Chan AW, Tay FR, Pashley DH. Micro-tensile bond testing of resin cements to dentin and an indirect resin composite. *Dent Mater* 2002; 18(8): 609-21.

Matsumoto H, Gres JE, Marker VA, Okabe T, Ferracane JL, Harvey GA. Depth of cure of visible light cured resin: Clinical simulation. *J Prosthet Dent* 1986; 55(5): 574-8.

Michelini FS, Belser UC, Scherrer SS, De Rijk WG. Tensile bond strength of gold and porcelain inlay to extracted teeth using three cements. *Intr J Prosthet* 1995; 8(4): 324-31.

Meng X, Yoshida K, Atsuta M. Hardness development of dual-cured resin cements through different thicknesses of ceramics. *Dent Mater J* 2006; 25(1): 132-7.

Munksgaard EC., Peutzfeld A, Asmussen E. Elution of TEGDMA and Bis-GMA from a resin and composite cured with halogen or plasma light. *Eur J Oral Sci* 2000; 108(4): 341-5.

Oberlander H, Friedl KH, Schmalz G, Hiller KA, Kopp A. Clinical performance of polyacid-modified resin restoration using soft start-polymerization. *Clin Oral Investig* 1999; 3(2): 55-61.

O'Keefe KL, Pease PL, Herrin HK. Variables affecting the spectral transmittance of light through porcelain veneer samples. *J Prosthet Dent* 1991; 66(4): 434-8.

Ozyesil AG, Usumez A, Gunduz B. The efficiency of different light sources to polymerize composite beneath a simulated ceramic restoration. *J Prosthet Dent* 2004; 91(2): 151-7.

Peters AD, Meiers JC. Effect of polymerization mode of a dual-cured resin cement on time-dependent shear bond strength to porcelain. *Am J Dent* 1996; 9(6): 264-8.

Pfeifer C, Shih D, Braga RR. Compatibility of dental adhesive and dual-cure cements. *Am J Dent* 2003; 16(4): 235-8.

Phanthavong S, Harada N, Sonada U, Nikaido T, Pereira PNR, Tagami J. Fluoride release and microhardness of one-step adhesives in two immersion solutions. *Int Chin J Dent* 2004; 4(5): 1-7.

Price RBT, Felix CA, Andreou P. Effects of resin composite composition and irradiation distance on the performance of curing lights. *Biomaterials* 2004; 25(18): 4465-77.

Prince RB, Murphy DG, Derand T. Light energy transmission through cured resin composite and human dentin. *Quintessence Int* 2000; 31(9): 659-67.

Ritter AV, Baratieri LN. Ceramic restoration for posterior teeth: Guidelines for the clinician. *J Esthet Dent* 1999; 11(2): 71-86.

Roulet JF. Benefits and disadvantages of tooth-colored alternatives to amalgam. *J Dent* 1997; 25(6) 459-73.

Rueggeberg FA, Craig RG. Correlation of parameters used to estimate monomer conversion in a light-cured composite. *J Dent Res* 1988; 67(6): 932-7.

Ruggeberg FA, Coughman WF, Curtis JW Jr, Davis HC. Factors affecting cure at depths within light-activated resin composites. *Am J Dent* 1993; 6(2): 91-5.

Shortall AC, Harrington E. Effect of light intensity on polymerization of their composite resins. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 1996; 4(2): 71-6.

Sideridou L, Tserki V, Papanastasiou G. Effect of chemical structure on degree of conversion in light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials* 2002; 23(8): 1819-29.

Silikas N, Eliades G, Watts DC. Light intensity effects on resin-composite degree of conversion and shrinkage strain. *Dent Mater* 2000; 16(4): 292-6.

Soares CJ, da Silva NR, Fonseca RB. Influence of the feldspathic ceramic thickness and shade on the microhardness of dual resin cement. *Oper Dent* 2006; 31(3): 384-9.

Soderholm KJ, Zigan M, Ragan M, Fischlschweiger W, Bergman M. Hydrolytic degradation of dental composites J Dent Res 1984; 63(10): 1248-54.

Soh MS, Yap AUJ, Siow KS. Effectiveness of composite cure associated with different curing modes of LED lights. Oper Dent 2003; 28(4): 371-7.

Strang R, Macdonald L, O'Hagan S, Murray J, Stephen KW. Variations in performance of curing light units by determination of composite resin setting time. Br Dent J 1987; 162(2): 63-5.

Shimara R, Nikaido T, Yamauti M, Ikede M, Tagami J. Influence of curing method and storage condition on microhardness of dual-cure resin cements. Dent Mater J 2005; 24(1): 70-5.

Shortall A, Harrington E. Guidelines for the selection, use, and maintenance of visible light activation units. Br Dent J 1996; 181(10): 383-7.

Suzuki S, Leinfelder KF, Shinkai K. Wear resistance of resin cements. Am J Dent 1995; 8(2): 83-7.

Suzuki M, Jordan RE, Boksman L. Posterior composite resin restorations: Clinical considerations in posterior composite resin dental restorative materials. Vanherle e Smith, eds. St Paul M.N.: 1994, 3M Co, 455-64.

Swift EJ Jr, Perdigão J, Combe EC, Simpson CH III, Nunes MF. Effects of restorative and adhesive curing methods on dentin bond strengths. Am J Dent 2001; 14(3): 137-40.

Tashiro H, Inai N, Nikaido T, Tagami J. Effects of light intensity through the resin inlay on bond strength of dual-cured resin cement. J Adhes Dent 2004; 6(3): 233-8.

Uctasli S, Hasanreisoglu U, Wilson HK. The attenuation of radiation by porcelain and its effect on polymerization of resin cements. J Oral Rehabil 1994; 21(6): 725.



Usumez A, Aykent F. Bond strengths of porcelain laminate veneers to tooth surfaces prepared with acid and Er, Cr: YSGG laser etching. *J Prosthet Dent* 2003; 90(1): 24-30.

Usumez A, Ozturk N, Usumez S, Ozturk B. Degree of conversion and surface hardness of resin cement cured with different curing units. *Quintessence Int* 2005; 36(10): 771-7.

Van Dijken JN, Hoglund-berg C, Olofsson AL. Fired-ceramic inlays: 6 years follow up. *J Dent* 1998; 26(3): 219-25.

Yatani H, Watanabe EK, Kaneshima T, Yamashita A, Suzuki K. Etched-porcelain resin-bonded onlay technique for posterior teeth. *J Esthet Dent* 1998; 10(6): 325-32.

Zuellig-singer R, Bryant RW. Three-year evaluation of computer-machined ceramic inlays: influence of luting agent. *Quintessence Int* 1998; 29(9): 573-82.

Zalking M, Hochman N. Laminate veneer provisional restorations: a clinical report. *J Prosthet Dent* 1997; 77(4): 109-10.



**ANEXOS**

## Anexo 1: Sorteio Aleatório

<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>	<b>G4</b>	<b>G5</b>	<b>G6</b>	<b>G7</b>	<b>G8</b>	<b>G9</b>	<b>G10</b>	<b>G11</b>	<b>G12</b>	<b>G13</b>	<b>G14</b>	<b>G15</b>
4	13	19	8	11	27	1	5	29	2	26	3	10	16	7
6	15	25	24	34	30	14	22	37	18	28	9	17	52	12
62	38	45	36	35	42	20	33	39	47	41	21	23	65	31
73	46	71	59	40	96	50	74	44	55	51	48	32	83	43
89	49	82	68	53	98	92	80	61	60	54	67	66	100	56
105	57	91	72	63	123	97	119	86	70	69	77	76	109	58
127	103	94	78	64	129	107	120	116	95	75	87	93	154	79
128	112	124	88	99	138	108	125	137	113	85	90	121	164	81
132	122	141	135	102	145	118	140	139	136	101	110	142	167	84
160	134	146	161	104	149	147	150	143	155	131	117	148	168	106
173	162	170	171	114	169	159	151	144	163	157	126	153	178	111
179	180	172	184	187	185	175	186	152	165	174	133	156	183	115
193	182	176	191	189	188	181	194	158	166	190	192	177	195	130

## Anexo 2: Análise Estatística

```

*****
*           SANEST - SISTEMA DE ANALISE ESTATISTICA           *
*   Autores: Elio Paulo Zonta - Amauri Almeida Machado   *
*   Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais-EPAMIG *
*           ANALISE DA VARIABEL KHN - ARQUIVO: ALBANO       *
*****

```

CODIGO DO PROJETO:

RESPONSAVEL:

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL:

TRANSFORMACAO DAS OBSERVACOES SEGUNDO LOG(X + 0)

NOME DOS FATORES

```

-----
FATOR      NOME
-----
A          CIMENTO
B          POLIMER
C          TEMPO
D          BLOCOS
-----

```

QUADRO DA ANALISE DE VARIANCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
CIMENTO	2	54.5449681	27.2724841	60.5764	0.00001
POLIMER	4	5.3761280	1.3440320	2.9853	0.02064
CIM*POL	8	3.9495536	0.4936942	1.0966	0.36856
RESIDUO (A)	150	67.5324071	0.4502160		
PARCELAS	164	131.4030568			
TEMPO	2	7.3586807	3.6793404	27.5867	0.00001
CIM*TEM	4	0.5710067	0.1427517	1.0703	0.37158
POL*TEM	8	3.1088392	0.3886049	2.9137	0.00412
CIM*POL*TEM	16	3.7747532	0.2359221	1.7689	0.03434
RESIDUO (B)	300	40.0120950	0.1333736		
TOTAL	494	186.2284315			

MEDIA GERAL = 2.949036

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 13.136 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 12.384 %

INFORMACOES PARA OS TESTES DE SIGNIFICANCIA

VARIANCIAS COMPLEXAS

VARIANCIA DO FATOR A

[2.\*Q.M.RESIDUO (A)]/165

VARIANCIA DO FATOR B

[2.\*Q.M.RESIDUO (A)]/99

VARIANCIA DO FATOR C

[2.\*Q.M.RESIDUO (B)]/165

VARIANCIA DO FATOR B(A)  
 $[2 \cdot \text{Q.M.RESIDUO (A)}] / 33$   
 VARIANCIA DO FATOR A(B)  
 $[2 \cdot \text{Q.M.RESIDUO (A)}] / 33$   
 VARIANCIA DO FATOR C(A)  
 $[2 \cdot \text{Q.M.RESIDUO (B)}] / 55$   
 VARIANCIA DO FATOR A(C)  
 $[4 \cdot \text{Q.M.RESIDUO (B)} + 2 \cdot \text{Q.M.RESIDUO (A)}] / 165$   
 VARIANCIA DO FATOR B(C)  
 $[4 \cdot \text{Q.M.RESIDUO (B)} + 2 \cdot \text{Q.M.RESIDUO (A)}] / 99$   
 VARIANCIA DO FATOR C(B)  
 $[2 \cdot \text{Q.M.RESIDUO (B)}] / 33$   
 VARIANCIA DO FATOR A(B\*C)  
 $[4 \cdot \text{Q.M.RESIDUO (B)} + 2 \cdot \text{Q.M.RESIDUO (A)}] / 33$   
 VARIANCIA DO FATOR B(A\*C)  
 $[4 \cdot \text{Q.M.RESIDUO (B)} + 2 \cdot \text{Q.M.RESIDUO (A)}] / 33$   
 VARIANCIA DO FATOR C(A\*B)  
 $[2 \cdot \text{Q.M.RESIDUO (B)}] / 11$

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE CIMENTO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	3	PANAVIA	165	3.357545	28.718598	a	A
2	2	RELYX	165	2.945102	19.012603	b	B
3	1	ECOLINK	165	2.544461	12.736367	c	C

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
 D.M.S. 5% = 0.17473 - D.M.S. 1% = 0.21814

MEDIAS DO FATOR CIMENTO  
 DENTRO DE CONTROL DO FATOR POLIMER

NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS
1	ECOLINK	33	2.909966	18.356172
2	RELYX	33	3.060288	21.333690
3	PANAVIA	33	3.427804	30.808923

MEDIAS DO FATOR CIMENTO  
 DENTRO DE INC2 DO FATOR POLIMER

NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS
1	ECOLINK	33	2.442144	11.497663
2	RELYX	33	3.047694	21.066705
3	PANAVIA	33	3.240107	25.536457

MEDIAS DO FATOR CIMENTO  
 DENTRO DE EMP2 DO FATOR POLIMER

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS
1	ECOLINK	33	2.457259	11.672775
2	RELYX	33	2.991880	19.923096
3	PANAVIA	33	3.441618	31.237451

MEDIAS DO FATOR CIMENTO  
DENTRO DE INC4 DO FATOR POLIMER

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS
1	ECOLINK	33	2.344784	10.431021
2	RELYX	33	2.787336	16.237699
3	PANAVIA	33	3.309554	27.372905

MEDIAS DO FATOR CIMENTO  
DENTRO DE EMP4 DO FATOR POLIMER

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS
1	ECOLINK	33	2.568154	13.041731
2	RELYX	33	2.838314	17.086928
3	PANAVIA	33	3.368642	29.039058

MEDIAS DO FATOR CIMENTO  
DENTRO DE IMEDIAT DO FATOR TEMPO

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS
1	ECOLINK	55	2.552634	12.840883
2	RELYX	55	2.868739	17.614789
3	PANAVIA	55	3.354990	28.645318

MEDIAS DO FATOR CIMENTO  
DENTRO DE 24H DO FATOR TEMPO

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS
1	ECOLINK	55	2.665204	14.370882
2	RELYX	55	3.118125	22.603955
3	PANAVIA	55	3.542929	34.568013

MEDIAS DO FATOR CIMENTO  
DENTRO DE 14D DO FATOR TEMPO

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS
1	ECOLINK	55	2.415546	11.195884
2	RELYX	55	2.848443	17.260877
3	PANAVIA	55	3.174716	23.920026

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE CIMENTO  
DENTRO DE CONTROL DO FATOR POLIMER E IMEDIAT DO FATOR TEMPO

NUM. ORDEM	NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	3	PANAVIA	11	3.092928	22.041520	a	A
2	1	ECOLINK	11	2.902446	18.218645	a	A
3	2	RELYX	11	2.764619	15.872997	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE CIMENTO  
DENTRO DE CONTROL DO FATOR POLIMER E 24H DO FATOR TEMPO

NUM. ORDEM	NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
------------	------------	------	-------------	--------	------------------	----	----

1	3	PANAVIA	11	3.689461	40.023282	a	A
2	2	RELYX	11	3.274595	26.432531	ab	AB
3	1	ECOLINK	11	3.089935	21.975641	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE CIMENTO  
DENTRO DE CONTROL DO FATOR POLIMER E 14D DO FATOR TEMPO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	3	PANAVIA	11	3.501024	33.149372	a	A
2	2	RELYX	11	3.141648	23.141966	ab	AB
3	1	ECOLINK	11	2.737517	15.448584	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE CIMENTO  
DENTRO DE INC2 DO FATOR POLIMER E IMEDIAT DO FATOR TEMPO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	3	PANAVIA	11	3.289288	26.823762	a	A
2	2	RELYX	11	2.833965	17.012790	ab	AB
3	1	ECOLINK	11	2.592529	13.363531	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE CIMENTO  
DENTRO DE INC2 DO FATOR POLIMER E 24H DO FATOR TEMPO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	RELYX	11	3.360912	28.815458	a	A
2	3	PANAVIA	11	3.341701	28.267173	a	A
3	1	ECOLINK	11	2.535635	12.624449	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE CIMENTO  
DENTRO DE INC2 DO FATOR POLIMER E 14D DO FATOR TEMPO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	3	PANAVIA	11	3.089332	21.962404	a	A
2	2	RELYX	11	2.948204	19.071673	a	A
3	1	ECOLINK	11	2.198267	9.009385	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE CIMENTO  
DENTRO DE EMP2 DO FATOR POLIMER E IMEDIAT DO FATOR TEMPO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	3	PANAVIA	11	3.484279	32.598925	a	A
2	2	RELYX	11	3.011835	20.324668	a	A
3	1	ECOLINK	11	2.350153	10.487170	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE CIMENTO  
DENTRO DE EMP2 DO FATOR POLIMER E 24H DO FATOR TEMPO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	3	PANAVIA	11	3.689372	40.019693	a	A
2	2	RELYX	11	3.121325	22.676397	b	AB
3	1	ECOLINK	11	2.599773	13.460685	c	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE CIMENTO  
DENTRO DE EMP2 DO FATOR POLIMER E 14D DO FATOR TEMPO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
-----------	-----------	------	------------	--------	------------------	----	----

1	3	PANAVIA	11	3.151202	23.364136	a	A
2	2	RELYX	11	2.842479	17.158250	ab	AB
3	1	ECOLINK	11	2.421852	11.266703	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE CIMENTO  
DENTRO DE INC4 DO FATOR POLIMER E IMEDIAT DO FATOR TEMPO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	3	PANAVIA	11	3.434481	31.015311	a	A
2	2	RELYX	11	2.862705	17.508823	b	AB
3	1	ECOLINK	11	2.538073	12.655265	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE CIMENTO  
DENTRO DE INC4 DO FATOR POLIMER E 24H DO FATOR TEMPO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	3	PANAVIA	11	3.499900	33.112155	a	A
2	2	RELYX	11	2.870254	17.641500	b	B
3	1	ECOLINK	11	2.317875	10.154076	c	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE CIMENTO  
DENTRO DE INC4 DO FATOR POLIMER E 14D DO FATOR TEMPO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	3	PANAVIA	11	2.994280	19.970966	a	A
2	2	RELYX	11	2.629048	13.860567	ab	AB
3	1	ECOLINK	11	2.178404	8.832200	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE CIMENTO  
DENTRO DE EMP4 DO FATOR POLIMER E IMEDIAT DO FATOR TEMPO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	3	PANAVIA	11	3.473974	32.264694	a	A
2	2	RELYX	11	2.870569	17.647060	b	B
3	1	ECOLINK	11	2.379969	10.804573	c	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE CIMENTO  
DENTRO DE EMP4 DO FATOR POLIMER E 24H DO FATOR TEMPO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	3	PANAVIA	11	3.494209	32.924242	a	A
2	2	RELYX	11	2.963538	19.366374	b	AB
3	1	ECOLINK	11	2.782802	16.164254	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE CIMENTO  
DENTRO DE EMP4 DO FATOR POLIMER E 14D DO FATOR TEMPO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	3	PANAVIA	11	3.137742	23.051767	a	A
2	2	RELYX	11	2.680834	14.597259	ab	AB
3	1	ECOLINK	11	2.541691	12.701132	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
D.M.S. 5% = 0.48030 - D.M.S. 1% = 0.59513

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE POLIMER

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
-----------	-----------	------	------------	--------	------------------	----	----



1	1	CONTROL	99	3.132686	22.935499	a	A
2	3	EMP2	99	2.963586	19.367289	ab	AB
3	5	EMP4	99	2.925037	18.634908	ab	AB
4	2	INC2	99	2.909982	18.356461	ab	AB
5	4	INC4	99	2.813891	16.674676	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
D.M.S. 5% = 0.26314 - D.M.S. 1% = 0.31540

MEDIAS DO FATOR POLIMER  
DENTRO DE ECOLINK DO FATOR CIMENTO

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS
1	CONTROL	33	2.909966	18.356172
2	INC2	33	2.442144	11.497663
3	EMP2	33	2.457259	11.672775
4	INC4	33	2.344784	10.431021
5	EMP4	33	2.568154	13.041731

MEDIAS DO FATOR POLIMER  
DENTRO DE RELYX DO FATOR CIMENTO

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS
1	CONTROL	33	3.060288	21.333690
2	INC2	33	3.047694	21.066705
3	EMP2	33	2.991880	19.923096
4	INC4	33	2.787336	16.237699
5	EMP4	33	2.838314	17.086928

MEDIAS DO FATOR POLIMER  
DENTRO DE PANAVIA DO FATOR CIMENTO

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS
1	CONTROL	33	3.427804	30.808923
2	INC2	33	3.240107	25.536457
3	EMP2	33	3.441618	31.237451
4	INC4	33	3.309554	27.372905
5	EMP4	33	3.368642	29.039058

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE POLIMER  
DENTRO DE IMEDIAT DO FATOR TEMPO

NUM. ORDEM	NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	3	EMP2	33	2.948756	19.082196	a	A
2	4	INC4	33	2.945086	19.012305	a	A
3	1	CONTROL	33	2.919998	18.541243	a	A
4	5	EMP4	33	2.908171	18.323250	a	A
5	2	INC2	33	2.905261	18.270011	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE POLIMER  
DENTRO DE 24H DO FATOR TEMPO

NUM. ORDEM	NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	CONTROL	33	3.351330	28.540681	a	A
2	3	EMP2	33	3.136823	23.030586	ab	AB
3	5	EMP4	33	3.080183	21.762390	ab	AB
4	2	INC2	33	3.079416	21.745702	ab	AB
5	4	INC4	33	2.896010	18.101773	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE POLIMER  
DENTRO DE 14D DO FATOR TEMPO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	CONTROL	33	3.126730	22.799295	a	A
2	3	EMP2	33	2.805178	16.530013	ab	AB
3	5	EMP4	33	2.786756	16.228286	b	AB
4	2	INC2	33	2.745268	15.568781	b	AB
5	4	INC4	33	2.600577	13.471511	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
D.M.S. 5% = 0.32323 - D.M.S. 1% = 0.38182

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE POLIMER  
DENTRO DE ECOLINK DO FATOR CIMENTO E IMEDIAT DO FATOR TEMPO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	CONTROL	11	2.902446	18.218645	a	A
2	2	INC2	11	2.592529	13.363531	a	A
3	4	INC4	11	2.538073	12.655265	a	A
4	5	EMP4	11	2.379969	10.804573	a	A
5	3	EMP2	11	2.350153	10.487170	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE POLIMER  
DENTRO DE ECOLINK DO FATOR CIMENTO E 24H DO FATOR TEMPO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	CONTROL	11	3.089935	21.975641	a	A
2	5	EMP4	11	2.782802	16.164254	ab	AB
3	3	EMP2	11	2.599773	13.460685	ab	AB
4	2	INC2	11	2.535635	12.624449	ab	AB
5	4	INC4	11	2.317875	10.154076	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE POLIMER  
DENTRO DE ECOLINK DO FATOR CIMENTO E 14D DO FATOR TEMPO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	CONTROL	11	2.737517	15.448584	a	A
2	5	EMP4	11	2.541691	12.701132	a	A
3	3	EMP2	11	2.421852	11.266703	a	A
4	2	INC2	11	2.198267	9.009385	a	A
5	4	INC4	11	2.178404	8.832200	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE POLIMER  
DENTRO DE RELYX DO FATOR CIMENTO E IMEDIAT DO FATOR TEMPO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	3	EMP2	11	3.011835	20.324668	a	A
2	5	EMP4	11	2.870569	17.647060	a	A
3	4	INC4	11	2.862705	17.508823	a	A
4	2	INC2	11	2.833965	17.012790	a	A
5	1	CONTROL	11	2.764619	15.872997	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE POLIMER  
DENTRO DE RELYX DO FATOR CIMENTO E 24H DO FATOR TEMPO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	INC2	11	3.360912	28.815458	a	A
2	1	CONTROL	11	3.274595	26.432531	a	A
3	3	EMP2	11	3.121325	22.676397	a	A
4	5	EMP4	11	2.963538	19.366374	a	A
5	4	INC4	11	2.870254	17.641500	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE POLIMER  
DENTRO DE RELYX DO FATOR CIMENTO E 14D DO FATOR TEMPO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	CONTROL	11	3.141648	23.141966	a	A
2	2	INC2	11	2.948204	19.071673	a	A
3	3	EMP2	11	2.842479	17.158250	a	A
4	5	EMP4	11	2.680834	14.597259	a	A
5	4	INC4	11	2.629048	13.860567	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE POLIMER  
DENTRO DE PANAVIA DO FATOR CIMENTO E IMEDIAT DO FATOR TEMPO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	3	EMP2	11	3.484279	32.598925	a	A
2	5	EMP4	11	3.473974	32.264694	a	A
3	4	INC4	11	3.434481	31.015311	a	A
4	2	INC2	11	3.289288	26.823762	a	A
5	1	CONTROL	11	3.092928	22.041520	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE POLIMER  
DENTRO DE PANAVIA DO FATOR CIMENTO E 24H DO FATOR TEMPO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	CONTROL	11	3.689461	40.023282	a	A
2	3	EMP2	11	3.689372	40.019693	a	A
3	4	INC4	11	3.499900	33.112155	a	A
4	5	EMP4	11	3.494209	32.924242	a	A
5	2	INC2	11	3.341701	28.267173	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE POLIMER  
DENTRO DE PANAVIA DO FATOR CIMENTO E 14D DO FATOR TEMPO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	CONTROL	11	3.501024	33.149372	a	A
2	3	EMP2	11	3.151202	23.364136	a	A
3	5	EMP4	11	3.137742	23.051767	a	A
4	2	INC2	11	3.089332	21.962404	a	A
5	4	INC4	11	2.994280	19.970966	a	A

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
D.M.S. 5% = 0.55985 - D.M.S. 1% = 0.66133

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEMPO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	24H	165	3.108753	22.393093	a	A
2	1	IMEDIAT	165	2.925454	18.642694	b	B
3	3	14D	165	2.812902	16.658183	c	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
D.M.S. 5% = 0.09297 - D.M.S. 1% = 0.11532

MEDIAS DO FATOR TEMPO  
DENTRO DE ECOLINK DO FATOR CIMENTO

NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS
1	IMEDIAT	55	2.552634	12.840883
2	24H	55	2.665204	14.370882
3	14D	55	2.415546	11.195884

MEDIAS DO FATOR TEMPO  
DENTRO DE RELYX DO FATOR CIMENTO

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS
1	IMEDIAT	55	2.868739	17.614789
2	24H	55	3.118125	22.603955
3	14D	55	2.848443	17.260877

MEDIAS DO FATOR TEMPO  
DENTRO DE PANAVIA DO FATOR CIMENTO

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS
1	IMEDIAT	55	3.354990	28.645318
2	24H	55	3.542929	34.568013
3	14D	55	3.174716	23.920026

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEMPO  
DENTRO DE CONTROL DO FATOR POLIMER

NUM. ORDEM	NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	24H	33	3.351330	28.540681	a	A
2	3	14D	33	3.126730	22.799295	b	AB
3	1	IMEDIAT	33	2.919998	18.541243	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEMPO  
DENTRO DE INC2 DO FATOR POLIMER

NUM. ORDEM	NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	24H	33	3.079416	21.745702	a	A
2	1	IMEDIAT	33	2.905261	18.270011	ab	AB
3	3	14D	33	2.745268	15.568781	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEMPO  
DENTRO DE EMP2 DO FATOR POLIMER

NUM. ORDEM	NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	24H	33	3.136823	23.030586	a	A
2	1	IMEDIAT	33	2.948756	19.082196	ab	AB
3	3	14D	33	2.805178	16.530013	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEMPO  
DENTRO DE INC4 DO FATOR POLIMER

NUM. ORDEM	NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	IMEDIAT	33	2.945086	19.012305	a	A
2	2	24H	33	2.896010	18.101773	a	A
3	3	14D	33	2.600577	13.471511	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEMPO  
DENTRO DE EMP4 DO FATOR POLIMER

NUM. ORDEM	NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	24H	33	3.080183	21.762390	a	A
2	1	IMEDIAT	33	2.908171	18.323250	ab	AB
3	3	14D	33	2.786756	16.228286	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO

D.M.S. 5% = 0.20789 - D.M.S. 1% = 0.25786

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEMPO  
DENTRO DE ECOLINK DO FATOR CIMENTO E CONTROL DO FATOR POLIMER

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	24H	11	3.089935	21.975641	a	A
2	1	IMEDIAT	11	2.902446	18.218645	a	A
3	3	14D	11	2.737517	15.448584	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEMPO  
DENTRO DE ECOLINK DO FATOR CIMENTO E INC2 DO FATOR POLIMER

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	IMEDIAT	11	2.592529	13.363531	a	A
2	2	24H	11	2.535635	12.624449	ab	A
3	3	14D	11	2.198267	9.009385	b	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEMPO  
DENTRO DE ECOLINK DO FATOR CIMENTO E EMP2 DO FATOR POLIMER

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	24H	11	2.599773	13.460685	a	A
2	3	14D	11	2.421852	11.266703	a	A
3	1	IMEDIAT	11	2.350153	10.487170	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEMPO  
DENTRO DE ECOLINK DO FATOR CIMENTO E INC4 DO FATOR POLIMER

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	IMEDIAT	11	2.538073	12.655265	a	A
2	2	24H	11	2.317875	10.154076	a	A
3	3	14D	11	2.178404	8.832200	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEMPO  
DENTRO DE ECOLINK DO FATOR CIMENTO E EMP4 DO FATOR POLIMER

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	24H	11	2.782802	16.164254	a	A
2	3	14D	11	2.541691	12.701132	ab	A
3	1	IMEDIAT	11	2.379969	10.804573	b	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEMPO  
DENTRO DE RELYX DO FATOR CIMENTO E CONTROL DO FATOR POLIMER

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	24H	11	3.274595	26.432531	a	A
2	3	14D	11	3.141648	23.141966	a	AB
3	1	IMEDIAT	11	2.764619	15.872997	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEMPO  
DENTRO DE RELYX DO FATOR CIMENTO E INC2 DO FATOR POLIMER

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	24H	11	3.360912	28.815458	a	A
2	3	14D	11	2.948204	19.071673	b	AB
3	1	IMEDIAT	11	2.833965	17.012790	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEMPO  
DENTRO DE RELYX DO FATOR CIMENTO E EMP2 DO FATOR POLIMER

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	24H	11	3.121325	22.676397	a	A
2	1	IMEDIAT	11	3.011835	20.324668	a	A
3	3	14D	11	2.842479	17.158250	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEMPO  
DENTRO DE RELYX DO FATOR CIMENTO E INC4 DO FATOR POLIMER

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	24H	11	2.870254	17.641500	a	A
2	1	IMEDIAT	11	2.862705	17.508823	a	A
3	3	14D	11	2.629048	13.860567	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEMPO  
DENTRO DE RELYX DO FATOR CIMENTO E EMP4 DO FATOR POLIMER

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	24H	11	2.963538	19.366374	a	A
2	1	IMEDIAT	11	2.870569	17.647060	a	A
3	3	14D	11	2.680834	14.597259	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEMPO  
DENTRO DE PANAVIA DO FATOR CIMENTO E CONTROL DO FATOR POLIMER

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	24H	11	3.689461	40.023282	a	A
2	3	14D	11	3.501024	33.149372	a	AB
3	1	IMEDIAT	11	3.092928	22.041520	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEMPO  
DENTRO DE PANAVIA DO FATOR CIMENTO E INC2 DO FATOR POLIMER

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	24H	11	3.341701	28.267173	a	A
2	1	IMEDIAT	11	3.289288	26.823762	a	A
3	3	14D	11	3.089332	21.962404	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEMPO  
DENTRO DE PANAVIA DO FATOR CIMENTO E EMP2 DO FATOR POLIMER

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	24H	11	3.689372	40.019693	a	A
2	1	IMEDIAT	11	3.484279	32.598925	ab	AB
3	3	14D	11	3.151202	23.364136	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEMPO  
DENTRO DE PANAVIA DO FATOR CIMENTO E INC4 DO FATOR POLIMER

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	24H	11	3.499900	33.112155	a	A
2	1	IMEDIAT	11	3.434481	31.015311	a	AB
3	3	14D	11	2.994280	19.970966	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEMPO  
DENTRO DE PANAVIA DO FATOR CIMENTO E EMP4 DO FATOR POLIMER

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	24H	11	3.494209	32.924242	a	A
2	1	IMEDIAT	11	3.473974	32.264694	a	A
3	3	14D	11	3.137742	23.051767	a	A

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
D.M.S. 5% = 0.36007 - D.M.S. 1% = 0.44662

DIF

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)



[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)