



ANEXO 2

CONCORDÂNCIA DO ORIENTADOR

Declaro que o (a) aluno (a) Mayra Virginia S. Barcellos RA 095000
esteve sob minha orientação para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso
intitulado Influência da aplicação de corrente elétrica em no ano de 2012.
cimentos resinosos auto-adesivos.

Concordo com a submissão do trabalho apresentado à Comissão de
Graduação pelo aluno, como requisito para aprovação na disciplina DS833 - Trabalho de
Conclusão de Curso.

Piracicaba, 24 de setembro de 2012



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



**INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE CORRENTE ELÉTRICA EM CIMENTOS
RESINOSOS AUTO-ADESIVOS**

Aluna: Nayara Virginia Santos Barcellos

PIRACICABA

2012

Ano de Conclusão do Curso:

2012



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**



NAYARA VIRGINIA SANTOS BARCELLOS

**Influência da aplicação de corrente elétrica em cimentos
resinosos auto-adesivos**

*Monografia apresentada à Faculdade de Odontologia
de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas,
como Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação
em Odontologia.*

Orientador: Prof. Dr. Américo Bortolazzo Correr

**PIRACICABA
2012**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
JOSIDELMA F COSTA DE SOUZA – CRB8/5894 - BIBLIOTECA DA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

Barcellos, Nayara Virginia Santos, 1991-

B235i Influência da aplicação de corrente elétrica em cimentos
resinosos auto-adesivos / Nayara Virginia Santos Barcellos. -
- Piracicaba, SP: [s.n.], 2012.

Orientador: Américo Bortolazzo Correr.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) –
Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de
Odontologia de Piracicaba.

1. Odontologia. 2. Materiais dentários. 3. Resistencia a
tração. I. Correr, Américo Bortolazzo. II. Universidade
Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de
Piracicaba. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus. Em segundo lugar a minha família, pois é com o apoio deles que tenho conquistado tudo o que almejei até o momento. Em especial a minha mãe Ana Cristina Alves dos Santos, meu pai Vilmondes Souza Barcellos e meus avós Cesar Augusto dos Santos e Nadir Alves Correa dos Santos, que foram essenciais para minha formação.

Aos meus irmãos, tios e amigos, agradeço o total apoio que fora tão necessário também para que eu pudesse chegar até aqui. Também a companheira Valéria Bisinoto Gotti que me ajudou e motivou durante todo o desenvolvimento da pesquisa e dessa monografia.

Ao meu orientador Américo Correr que me ensinou muito e tornou esse trabalho possível.

A turma 53, professores, funcionários da clínica, amigos da FOP graduandos e formados, que fizeram parte da minha vida e tornaram esses anos inesquecíveis.

Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar, pois as facilidades nos impedem de caminhar.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi investigar se a corrente elétrica influencia na adesão de cimentos resinosos auto-adesivos. Quarenta dentes humanos foram cortados perpendicularmente ao seu longo eixo para expor dentina média/profunda. Os espécimes foram então seccionados longitudinalmente em metades (metades experimental e controle) para criar dois substratos de adesão semelhantes. As metades experimentais foram unidas usando uma corrente elétrica (20 ou 40 μ A), enquanto as metades controle foram unidas com o dispositivo desligado. Os cimentos resinosos auto-adesivos testados foram RelyX U100 e BisCem. O compósito resinoso Filtek Z350 foi usado como o material indireto. As amostras da adesão foram submetidas ao teste de resistência de união à micro-tração. A corrente elétrica não influenciou ($p>0.05$) a resistência de união à micro-tração (Controle - 10.1 ± 3.7 MPa; 20 μ A- 11.5 ± 3.9 MPa; 40 μ A- 9.5 ± 1.7 MPa). Entretanto, o cimento resinoso auto-adesivo RelyX U100 (13.2 ± 3.4 MPa) mostrou resistência de união à micro-tração significativamente maior ($p<0.05$) do que BisCem (8.4 ± 2.1 MPa). O uso de uma corrente elétrica não produziu maior resistência de união à micro-tração para cimentos resinosos auto-adesivos.

Palavras-chave: cimentos de resina; resistência à tração

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate whether electrical current influences bonding of self-adhesive resin cements. Forty human teeth were cut perpendicularly to their long axis to expose middle/deep dentin. Specimens were then longitudinally sectioned into halves (experimental and control halves) to create two similar bonding substrates. Experimental halves were bonded using an electrical current (20 or 40 μA), while control halves were bonded with electrical device turn off. The self-adhesive resin cements tested were RelyX U100 and BisGem. Composite resin Filtek Z350 was used as indirect material. Bonded specimens were submitted to the microtensile bond strength test. The electrical current did not influence ($p>0.05$) the microtensile bond strength (Control- $10.1\pm 3.7\text{MPa}$; 20 μA - $11.5\pm 3.9\text{MPa}$; 40 μA - $9.5\pm 1.7\text{MPa}$). However, the self-adhesive resin cement RelyX U110 ($13.2\pm 3.4\text{MPa}$) showed microtensile bond strength significantly higher ($p<0.05$) than BisCEM ($8.4\pm 2.1\text{MPa}$). The use of an electric current did not produce higher microtensile bond strength for self-adhesive resin cements.

Key-words: resin cement, tensile strength.

SUMÁRIO

1 Introdução e Revisão de literatura	09
2 Proposição	14
3 Materiais e métodos	15
4 Resultados	21
5 Discussão	23
6 Conclusão	26
7 Referências	27
8 Anexos	31

1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

A Odontologia adesiva evolui rapidamente por meio da combinação de técnicas adesivas cada vez mais modernas e materiais restauradores altamente estéticos (Van Meerbeek et al. 2003). Procedimentos adesivos indiretos constituem uma porção substancial das restaurações estéticas realizadas atualmente (Viotti et al., 2009). O sucesso clínico dessas restaurações depende, em parte, da técnica de cimentação utilizada para criar a união entre essa restauração e o dente (Cavalcanti et al., 2009; Radovic et al., 2008). A cimentação adesiva é, em muitos casos, preferível, pois assegura alta retenção restauração ao substrato dental (Oyague et al., 2009).

As técnicas de cimentação com múltiplos passos têm sido relatadas como complexas e sensíveis, visto que dependem da performance e sensibilidade técnica dos sistemas adesivos utilizados conjuntamente, o que pode influenciar a efetividade da união final (Viotti et al., 2009).

Em 2002 foram introduzido no mercado odontológico os cimentos resinosos auto-adesivos (Radovic et al., 2008). Cimentos auto-adesivos são materiais híbridos que combinam as características dos compósitos restauradores, adesivos auto-condicionantes e cimentos odontológicos (Ferracane et al., 2011). A reação de presa dominante nos cimentos auto-adesivos é a polimerização radicalar, que pode ser iniciada por exposição a luz ou através de mecanismos de auto-polimerização (Radovic et al., 2008).

Os cimentos resinosos auto-adesivos não necessitam de qualquer pré-tratamento da superfície do dente, já que são compostos de monômeros multifuncionais com grupos de ácido fosfórico que simultaneamente desmineralizam e infiltram no esmalte e dentina (Radovic et al., 2008). A adesão obtida é baseada na retenção micromecânica e na interação química entre os monômeros com grupos ácidos e os íons Ca^{2+} da hidroxiapatita (Radovic et al., 2008; Gerth et al., 2006). Além disso, acredita-se que os monômeros funcionais são capazes de formar ligações químicas com óxidos metálicos, ligações secundárias como van der Waals ou ligações de hidrogênio com outros substratos a serem unidos, como a zircônia (Yang et al., 2009). Essas ligações interfaciais melhoram o molhamento na superfície e, assim, a resistência de união (Yang et al., 2009).

De uma forma geral, o estabelecimento da união requer um íntimo contato entre o adesivo líquido e o aderente sólido (Toledano et al., 2011), qualquer que seja o material utilizado no procedimento adesivo. O molhamento é uma das questões mais importantes na adesão, e está relacionado à energia de superfície, rugosidade e composição química do substrato de união (Toledano et al., 2011).

A qualidade da hibridização na dentina é mais importante do que a espessura da camada híbrida no selamento a longo prazo das restaurações adesivas (Pasquantonio et al., 2007). A existência de fibrilas colágenas incompletamente infiltradas dentro da camada híbrida e o aprisionamento adicional de água no interior de adesivos polimerizados podem acelerar a degradação da união adesivo-dentina, resultando em microinfiltração clínica e visivelmente detectável (Pasquantonio et al., 2007).

Ao contrário do que se possa pensar, esses contratempos não existem apenas em procedimentos diretos com a utilização de sistemas adesivos, mas também em procedimentos adesivos indiretos, visto que os cimentos resinosos convencionais necessitam da utilização complementar dos adesivos e os cimentos resinosos autoadesivos interagem diretamente com a dentina (Radovic et al., 2008). A natureza dinâmica da dentina como um substrato de adesão é responsável pela infiltração marginal e resistência de união instável ao longo do tempo, o que ocorre com todos os materiais à base de resina (Toledano et al., 2011).

Recentes estudos revelaram que um novo dispositivo elétrico (ElectroBond; SETI, Roma, Itália) poderia ser útil para melhorar a infiltração resinosa de adesivos de condicionamento total e autocondicionantes (Toledano et al., 2011; Visintini et al., 2008; Breschi et al., 2006; Mazzone et al., 2009; Pasquantonio et al., 2007). Embora os princípios da condução de corrente elétrica através de um dente humano não tenham sido completamente elucidados, vários dispositivos que dependem de propriedades elétricas do dente são utilizados em Odontologia (Breschi et al., 2006). Localizadores apicais eletrônicos (Sunada, 1962), um aparelho de vitalidade da pulpar (Daskalov et al., 1997), e detectores de lesões de cárie (Huysmans et al., 1995) são alguns dos dispositivos testados (Breschi et al., 2006).

A lógica para a aplicação de um adesivo dentinário sob uma corrente elétrica é a de melhorar a infiltração do adesivo na dentina desmineralizada (Toledano et al., 2011). Postula-se que a eletricidade pode afetar o molhamento da superfície ou

influenciar diretamente a impregnação de monômeros adesivos através de forças iontoforéticas (Toledano et al., 2011; Breschi et al., 2006). A iontoforese é um método não invasivo de propelir altas concentrações de componentes carregados, polares, ou neutros (normalmente medicação ou agentes bioativos) por força eletromotriz repulsiva usando uma pequena carga elétrica (Mazzoni et al., 2009). Além disso, acredita-se que a melhor infiltração resinosa devido a técnica de aplicação de corrente elétrica pode ser atingida por alteração das cargas superficiais e potencial de ligação do hidrogênio do substrato dentinário (Toledano et al., 2011; Breschi et al., 2006).

O ElectroBond atua como fonte de corrente produzindo elétrons que fluem através do tecido dentinário e íons que movem-se dentro da parte iônica da dentina. O anodo, o pólo negativo do dispositivo, carrega a superfície da dentina e irá atrair moléculas carregadas positivamente (Toledano et al., 2011).

A superfície da dentina carregada negativamente, denominada anodo, repelirá substâncias químicas carregadas negativamente, enquanto que a esponja saturada com adesivo carregada positivamente, denominada catodo, repelirá substâncias químicas carregadas positivamente para o interior do substrato dentinário (Mazzoni et al., 2009). Este processo pode alterar o fluxo de íons através da dentina e modificar a migração de monômeros iônicos e polares do adesivo para o interior da matriz dentinária condicionada (Mazzoni et al., 2009).

Experimentos com a utilização de Electrobond em adesivos de condicionamento total mostraram maiores valores de resistência de união e reduzida nanoinfiltração nos grupos experimentais comparados aos grupos controle, sem corrente elétrica (Pasquantonio et al., 2007; Mazzoni et al., 2009). A diferença de potencial elétrico entre a dentina condicionada e o adesivo pode ter aumentado penetração dos monômeros adesivos, ou pode ter alterado as características de molhamento superfície dentinária condicionada, melhorando assim a difusão dos adesivos (Pasquantonio et al., 2007). Correntes elétricas de baixa frequência provocam dispersão dielétrica em tecidos, o que está associado com difusão iônica reforçada e polarização interfacial, embora a extensão de tal melhorias seja dependente da complexidade do substrato (Jastrzebska et al., 2004; Pasquantonio et al, 2007).

Para sistemas adesivo autocondicionantes, foram obtidos valores de resistência de união quase duas vezes maiores que os do grupos de controle, sem aplicação de corrente elétrica, sugerindo uma ação potencial da técnica de corrente elétrica durante a aplicação destes adesivos (Breschi et al., 2006). Além do aumento da resistência de união, a corrente elétrica também melhorou a qualidade da camada híbrida. Isto foi demonstrado com uma redução qualitativa na extensão da nanoinfiltração (Breschi et al., 2006). Uma vez que a infiltração resinosa de adesivos autocondicionantes ocorre concomitantemente com a desmineralização da smear layer que recobre a dentina (Van Meerbeek et al., 2005), a corrente elétrica pode influenciar qualquer um desses dois processos (Breschi et al., 2006). Já que as camadas híbridas criada pelas técnicas experimental e controle foram similares em espessura, é improvável que a desmineralização seja afetada pela corrente elétrica (Breschi et al., 2006). Entretanto, a redução acentuada na nanoinfiltração do grupo experimental sugere que a corrente elétrica está envolvida com o processo de infiltração resinosa (Breschi et al., 2006).

Acredita-se que 3 mecanismos são potencialmente responsáveis pela melhoria da infiltração de adesivos autocondicionantes com a técnica do Electrobond: efeito eletrostático direto em monômeros polares contidos nos adesivos, modificação na molhabilidade da matriz dentinária e remoção de água aprisionada na camada híbrida (Breschi et al., 2006).

Monômeros resinosos polares presentes nos adesivos auto-condicionantes podem interagir com a corrente elétrica (Breschi et al., 2006). Uma vez que estas moléculas se difundem através da área desmineralizada durante a aplicação de adesivo, este efeito de polarização pode aumentar a penetração de monômeros polares através da camada de smear layer e dentina hígida subjacente (Breschi et al., 2006). Uma vez que adesivos auto condicionantes simplificados contém altas concentrações de monômeros iônicos e hidrofílicos, eles deve ser mais susceptíveis à passagem de correntes elétricas (Breschi et al., 2006).

A elevada infiltração resinosa também pode ser devido a transitória modificação biofísica da matriz orgânica da dentina quando esta é exposta a uma corrente elétrica, com melhora da molhabilidade da superfície dentinária (Breschi et al., 2006).

Por fim, como é provável que a dentina desmineralizada saturada de água também contenha íons de sal do colágeno e fluido dentinário, campos elétricos iontoforético podem induzir o movimento de fluido eletro-osmótico (Pasquantonio et al., 2007). Isto é, a atração de íons para o eletrodo aplicado osmoticamente obriga o fluido seguir os íons (Pasquantonio et al., 2007). Isto pode ocorrer ao mesmo tempo, quando os monômeros de carga oposta estão sendo conduzidos para dentro da camada híbrida (Pasquantonio et al., 2007) .

Dessa forma, frente aos satisfatórios resultados da utilização do Electrobond na técnica adesiva direta, torna-se válida a tentativa de ampliar a aplicação de corrente elétrica para outros materiais, como os cimentos resinosos auto-adesivos. Sendo a cimentação adesiva a opção prioritária nos planos de tratamento estéticos, alcançar uma resistência de união mais elevada e camada híbrida de maior qualidade, lançando mão de dispositivos simples e eficientes, pode ser capaz de proporcionar uma adesão mais confiável e com maior longevidade.

2. PROPOSIÇÃO:

O objetivo no estudo foi avaliar o efeito, na resistência de união à dentina, da aplicação de corrente elétrica em cimentos resinosos auto-adesivos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no Laboratório da área de Materiais Dentários e Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP (protocolo nº 053/2012).

3.1. Materiais:

Foram utilizados 2 cimentos resinosos auto-adesivos (RelyX U100, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA; BisCem, Bisco, Schaumburg, IL, USA) (Figura 1), 1 resina composta (Filtek Z250 XT, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) e 1 Silano (RelyX Ceramic Primer, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA). Os fabricantes e composição dos materiais estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1: Composição química

Material	Composição*
RelyX U100 (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)	Partículas vítreas, ésteres ácidos fosfóricos metacrilatos, Trietileno glicol dimetacrilato (TEGDMA), sílica silanizada, persulfato de sódio
BisCem (Bisco, Schaumburg, IL, USA)	Bisfenol A diglicidil éter dimetacrilato (BisGMA), monômero dimetacrilato não polimerizado, monômero ácido fosfatado, partículas vítreas.
Filtek Z250 XT (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)	Partículas cerâmicas silanizadas, sílica silanizada, bisfenol A diglicidil éter dimetacrilato (BisGMA), diuretano dimetacrilato (UDMA), Bisfenol A Polietileno glicol dieter dimetacrilato
RelyX Ceramic Primer (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)	Álcool etílico, água, metacriloxipropiltrimetoxisilano

*Informações fornecidas pelos fabricantes (MSDS)

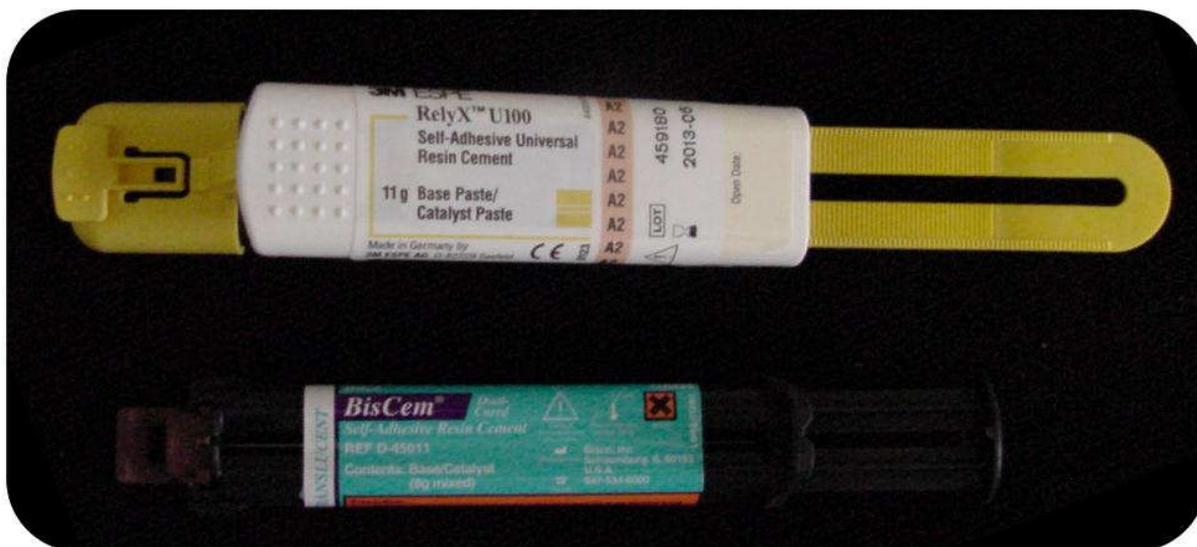


Figura 1: Cimentos resinosos auto-adesivos RelyX U100 e BisCem.

3.2. Métodos:

Resistência de união

Preparação das amostras

Foram utilizados 40 terceiros-molares hígidos. Dentes fraturados, trincados, cariados, restaurados ou com tratamento endodôntico foram excluídos da pesquisa. Os dentes selecionados foram armazenados em água destilada na temperatura de 4°C, até a aprovação do Comitê de Ética da Faculdade de Odontologia de Piracicaba e foram utilizados em um período não superior a quatro meses após a extração.

Nos dentes foram realizados dois cortes perpendiculares ao seu longo eixo, expondo superfície plana em dentina e a câmara pulpar (Figura 2A e Figura 2B). Os cortes foram realizados em máquina de corte (Isomet 1000 Buehler, Lake Bluff, IL, USA) com disco diamantado em baixa velocidade e refrigeração com água. O tecido pulpar foi removido com curetas de dentina, com cuidado para não tocar o teto da câmara pulpar, preservando a pré-dentina. Cada dente foi posteriormente

seccionado longitudinalmente em duas metades (metades experimentais e de controle) para criar dois substratos de adesão semelhantes (Figura 2C e Figura 2D).

Após os cortes e imediatamente antes dos procedimentos adesivos, as superfícies planas em dentina foram polidas manualmente com a lixa #600 em água, por 30 segundos, para a obtenção de smear layer padronizada.

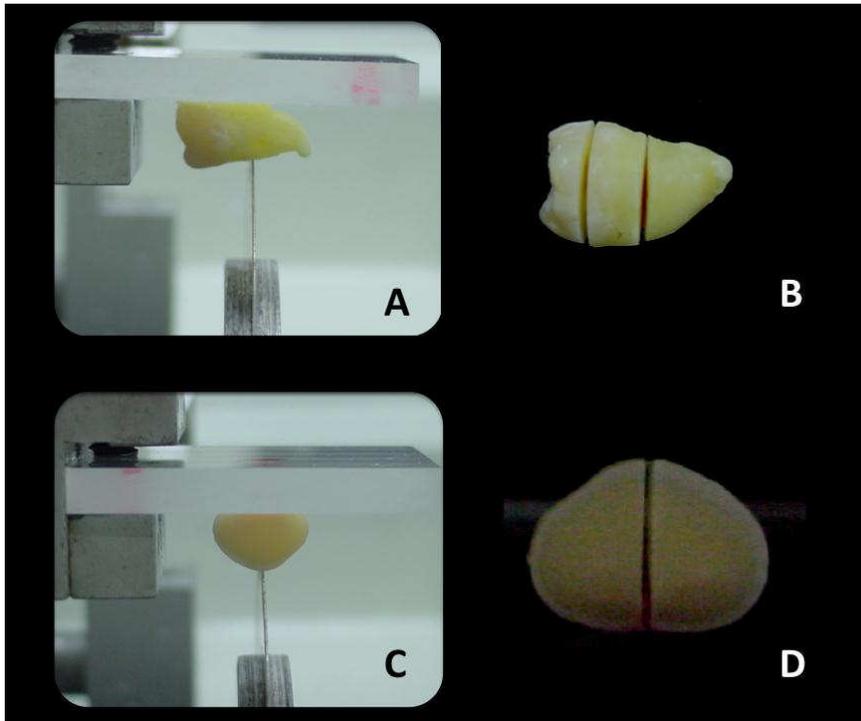


Figura 2: A – Terceiro molar posicionado para os cortes perpendiculares. B – Dois cortes perpendiculares ao longo eixo. C – Fatia de dentina posicionada para corte longitudinal. D – Metades experimental e de controle.

Na sequência, os dentes foram distribuídos aleatoriamente em 4 grupos (n=10):

G1: Cimento RelyX U100 – 20 μ A

G2: Cimento BisCem – 20 μ A

G3: Cimento RelyX U100 – 40 μ A

G4: Cimento BisCem – 40 μ A

Discos de resina composta Filtek Z350 (3M ESPE) foram confeccionados utilizando um molde de elastômero (6mm de raio, 2mm de espessura) (Figura 3A e

Figura 3B). Em seguida, os discos foram seccionados ao meio para adaptação na no dente. A superfície de topo da resina composta foi jateada com óxido de alumínio de 50 micrometros, com pressão de 2 bar por 5 segundos (Figura 3C). Os discos foram limpos em ultrassom e água destilada, por 3 min. As metades foram silanizadas por 1 minuto e então secas.

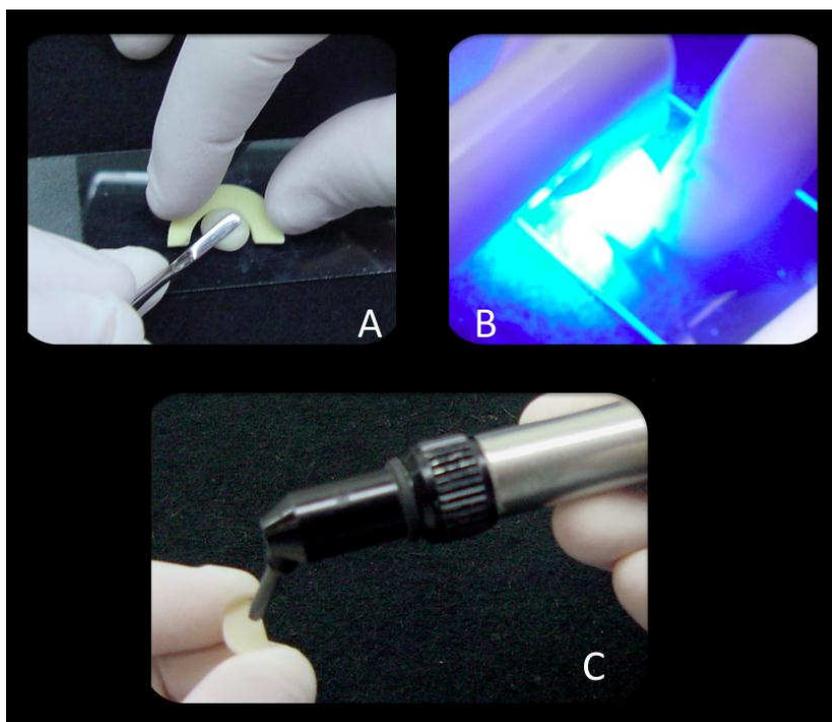


Figura 3: A – Inserção da resina no molde de elastômero; B – Fotoativação do disco de resina; C – Jateamento do disco de resina composta com óxido de alumínio 50 μ m.

Os cimentos resinosos RelyX U100 e BisCem foram manipulados seguindo as recomendações dos fabricantes. Para as metades de dente dos grupos experimentais, os cimentos resinosos RelyX U100 e BisCem foram aplicados no dente utilizando um dispositivo elétrico semelhante ao Electrobond, com o fluxo elétrico pré-definido (20 μ A ou 40 μ A). Para permitir a condução de eletricidade o dente foi fixado em esponja em ambiente úmido (ânodo), e uma espátula metálica foi utilizada para aplicação dos cimentos resinosos (cátodo). Para as metades controle, o procedimento foi realizado da mesma maneira, porém com o dispositivo elétrico desligado (0 μ A). O tempo de aplicação dos cimentos resinosos, com ou sem

corrente elétrica, foi de 10 s (Pasquantonio et al., 2007; Mazzoni et al., 2009) (Figura 4).

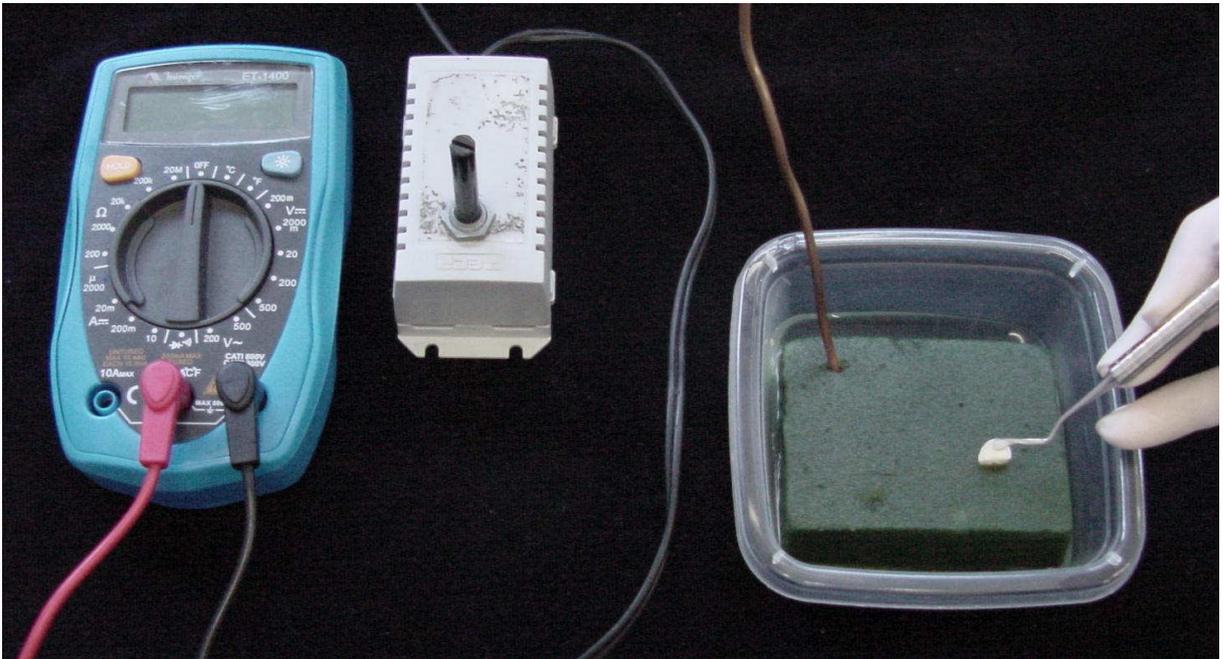


Figura 4. Aplicação do cimento resinoso auto-adesivo com auxílio de dispositivo elétrico.

Após a aplicação dos cimentos resinosos, a restauração indireta foi posicionada na superfície dentinária com pressão digital (Figura 5A). Em seguida, os excessos do cimento foram removidos com pincéis descartáveis (KG Sorensen, Baueri, SP, Brasil). Após, uma carga constante de 500g foi aplicada, durante 5 minutos, até que ocorresse a reação química de presa do cimento (De Menezes et al., 2006) (Figura 5B). Passados os 5 minutos, ainda sob carga de 500g, cada face do dente foi fotoativada por 40 s com LED Ultralume 5 (Ultradent, Salt Lake City, Utah, EUA).

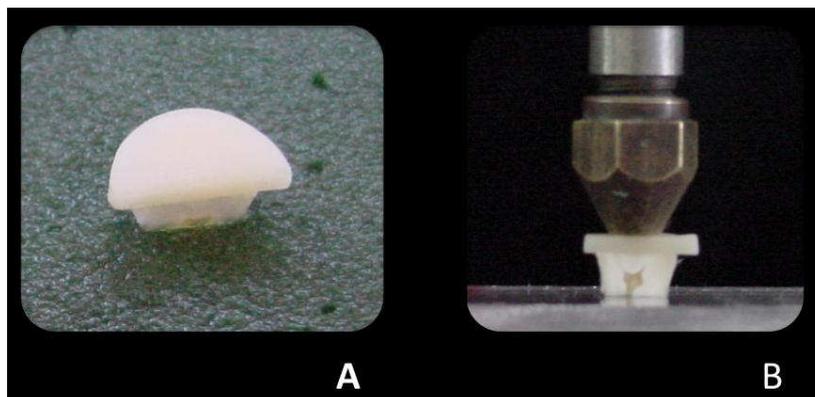


Figura 5. A – Restauração indireta posicionada na superfície dentinária; B – Aplicação de carga constante de 500g por 5 min.

Finalizados os procedimentos de cimentação, os dentes foram armazenados em água destilada, por 24 horas, em estufa à 37°C.

Teste de Microtração e Análise Estatística

Após o período de 24 horas de armazenamento, as amostras foram cortadas longitudinalmente em fatias de 1 mm e, logo após, foram feitos cortes perpendiculares de 1mm para obtenção de palitos de aproximadamente 1 mm². Os palitos foram levados a uma máquina de ensaio universal EZ-test (Shimadzu Co, Kyoto, Japan), fixados pelas extremidades com cianoacrilato e testados sob força de tração, a uma velocidade de 1mm/min., utilizando célula de carga de 500N, até a ruptura do espécime (Figura 6A e Figura 6B). Após a fratura, as amostras foram cuidadosamente removidas e sua área de seção transversal medidas com um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. A tensão necessária para causar a ruptura dos espécimes foi determinada pela razão entre a carga (kgf) no momento da fratura e a área da secção transversa do espécime em mm². Os valores foram transformados em MPa e submetidos à análise de variância dois fatores (cimento resinoso e corrente elétrica) e Teste de Tukey ($p < 0,05$), considerando o dente como unidade experimental. Os palitos que fraturaram prematuramente (antes do teste de microtração) foram excluídos da análise estatística.

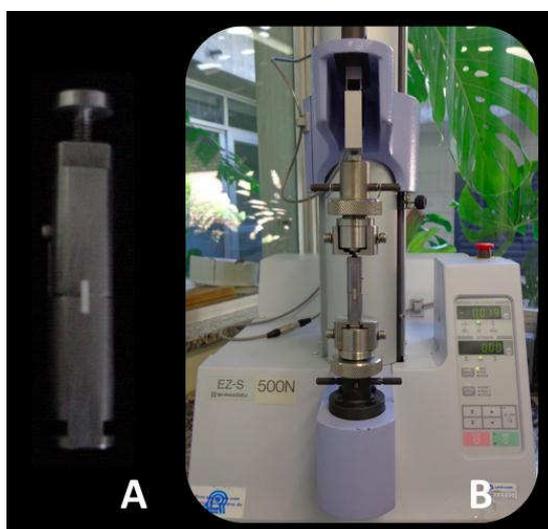


Figura 6. A – Palito fixado no dispositivo para ensaio de microtração. B – Máquina de ensaio universal EZ-test

4. RESULTADOS

Os resultados da análise de variância dois fatores mostraram que houve diferença significativa para o fator cimento resinoso, mas não para corrente elétrica e interação entre os fatores (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de Variância dois fatores.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Cimento	1	349,516	349,516	46,209	<0,001
Corrente	2	14,045	7,022	0,928	0,401
Cimento x Corrente	2	12,754	6,377	0,843	0,435
Residual	61	461,397	7,564		
Total	66	870,683	13,192		

O teste de Tukey mostrou que as restaurações em resina composta indireta fixadas com o cimento resinoso RelyX U100 apresentaram resistência de união significativamente maior que as fixadas com o cimento resinoso BisCem (Tabela 2 e Figura 7).

Tabela 2. Média (desvio-padrão) de resistência de união a microtração (MPa).

Corrente Elétrica	Cimento resinoso			
	RelyX U100		BisCem	
0 μA	12,7 (3,8)	a A	8,2 (2,2)	a B
20 μA	14,3 (1,7)	a A	7,8 (1,9)	a B
40 μA	13,5 (3,5)	a A	9,5 (1,7)	a B

Letras diferentes minúsculas em coluna e maiúsculas em linha representam diferença significativa ($p < 0,05$).

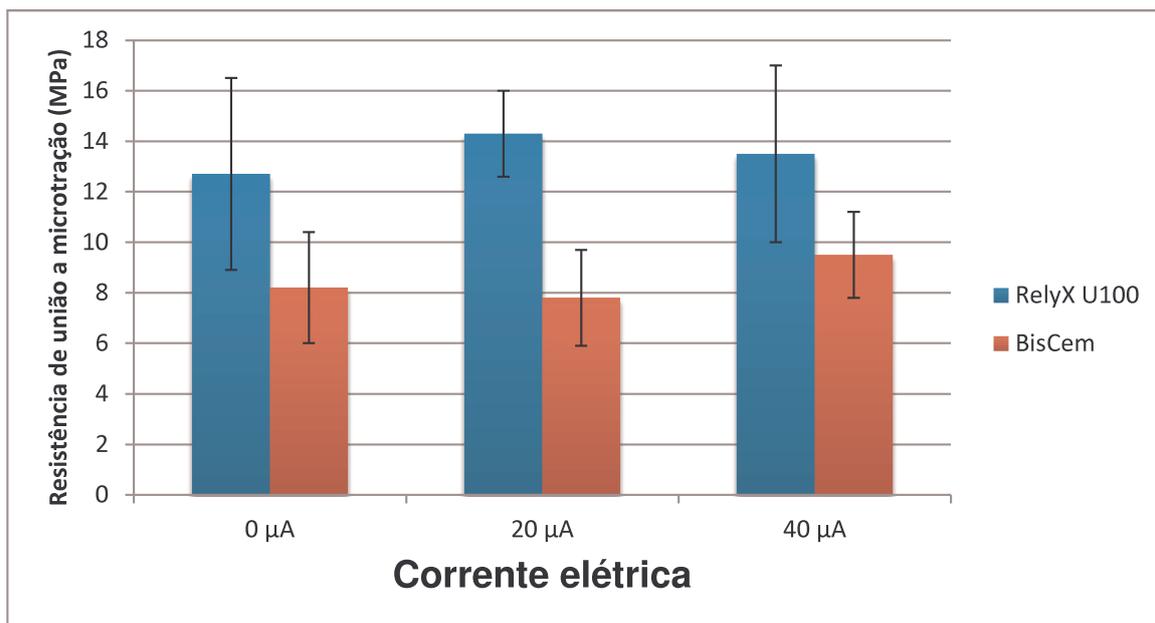


Figura 7. Gráfico representativo da resistência de união a microtração (MPa).

5. DISCUSSÃO

O crescente aumento na demanda por restaurações indiretas requer um constante aprimoramento da Odontologia adesiva, visando a formação de uma união mais duradoura entre o elemento dental e a restauração (Takimoto et al., 2012). A utilização de materiais que possibilitem alcançar excelência em estética, associada à adesão confiável, baixa sorção de água, baixa solubilidade e alta estabilidade de cor, tem destacado o interesse dos profissionais quanto ao uso dos cimentos resinosos (Aguiar et al., 2012; Tanoue et al., 2003).

Os cimentos resinosos auto-adesivos surgiram em oposição as técnicas complexas e sensíveis dos cimentos resinosos convencionais, que necessitam da utilização prévia de sistemas adesivos (Viotti et al., 2009). Esses novos materiais vieram para eliminar qualquer necessidade de pré-tratamento da superfície dental, já que são compostos de monômeros multifuncionais com grupos de ácido fosfórico que simultaneamente desmineralizam e infiltram no esmalte e dentina (Radovic et al., 2008).

Independentemente do material escolhido no procedimento adesivo, é importante estabelecer uma união de qualidade, procurando evitar ou minimizar contratempos que podem vir a prejudicar a longevidade da restauração final, seja pela utilização falha dos materiais e erros de técnica (Pasquantonio et al., 2007; Radovic et al., 2008) ou provenientes da natureza dinâmica do substrato de adesão (Toledano et al., 2011).

Além disso, novas alternativas estão sendo criadas para aumentar a resistência de união, como o dispositivo elétrico Electrobond (SETI, Roma, Itália), que vem sendo utilizado para melhorar a infiltração de adesivos na dentina, mostrando bons resultados (Toledano et al., 2011; Visintini et al., 2008; Breschi et al., 2006; Mazzoni et al., 2009; Pasquantonio et al., 2007).

Neste estudo, para os dois cimentos resinosos auto-adesivos testados, não houve aumento na resistência de união à dentina com a aplicação de corrente elétrica a partir de um dispositivo semelhante ao Electrobond.

Os cimentos resinosos auto-adesivos possuem em sua composição partículas vítreas grandes (cerca de 5 μ m) e de formato irregular (Aguiar et al., 2012), com capacidade de isolamento térmico e elétrico (Ausavice, 2005). Adicionalmente, estes materiais são relativamente viscosos em função de sua matriz resinosa e

conteúdo de carga (Ferracane, 1985). Possivelmente essas características podem ter prejudicado a condução da corrente elétrica nos cimentos resinosos utilizados.

Outros fatores já conhecidos também podem ter influência nesse caso, como o tamanho molecular dos monômeros, concentração relativa e características dos monômeros iônicos, competição iônica dentro da interface de união, intensidade, voltagem e tempo de aplicação da corrente elétrica (Mazzoni et al., 2009).

Neste trabalho foi padronizado um tempo de aplicação da corrente de 10s já utilizado para sistemas adesivos (Pasquantonio et al., 2007; Mazzoni et al., 2009), em função da ausência de estudos dessa natureza com cimentos resinosos e na tentativa de evitar a demora na colocação do disco de resina utilizado como restauração indireta. Um atraso nessa etapa poderia culminar em uma linha de cimentação demasiadamente espessa, visto que a reação de polimerização química desses materiais se inicia no momento da mistura, o que poderia alterar os resultados do ensaio de microtração. A ADA prevê um valor máximo de espessura de película de 25 μm para uma correta adaptação e desempenho mecânico das restaurações indiretas (de Góes et al., 1998; Garone et al., 1998).

Quanto a intensidade, um valor máximo de corrente de 40 μA foi definido para este estudo, pois, em função da variação de características morfológicas do substrato dentinário de acordo com a profundidade, observamos variação de corrente, em uma mesma amostra, para até 80 μA .

Uma vez que a dentina não é um componente ideal de circuitos elétricos (isto é, não é um condensador puro ou resistor), o fluxo de eletricidade depende da espessura da dentina, a presença de água e solutos (Eldarrat et al., 2003), pH (Mazzoni et al., 2009) e a umidade relativa do ambiente (Krizaj et al., 2004). Eldarrat et al. (2004) mostraram que a resistência e impedância de uma superfície de dentina também estão relacionados a presença ou ausência de smear layer e a sua espessura (Breschi et al., 2006).

A dentina profunda apresenta menor quantidade de dentina intertubular, maior densidade de túbulos dentinários e túbulos com maior diâmetro (Pashley et al., 1995; Giannini et al., 2001). Em uma mesma fatia, em função da altura dos cornos pulpare, são encontradas espessuras diferentes de dentina onde serão realizados os procedimentos de adesão com corrente elétrica. Portanto, espessuras diferentes de dentina tendem a conduzir quantidades diferentes de corrente elétrica

(Lin et al., 2008), o que pode causar danos aos tecidos pulparez quando em altas intensidades.

Dispositivos utilizados para testes de vitalidade pulpar possuem corrente máxima de 80 μA (Barros et al., 2006; Jafarzadeh et al., 2010). Dessa forma a adoção de 40 μA como valor máximo neste estudo se justifica como um limite de segurança e restringe a tentativa de delineamento de outros grupos com intensidade de corrente mais elevada.

6. CONCLUSÃO

Conclui-se que a aplicação de corrente elétrica em cimentos resinosos auto-adesivos não foi capaz de aumentar a resistência de união à dentina; a resistência de união a microtração das amostras fixadas com cimento resinoso auto-adesivo RelyX U110 foi superior a do cimento BisCem.

7. REFERÊNCIAS

1. Aguiar TR, Di Francescantonio M, Bedran-Russo AK, Giannini M. Inorganic composition and filler particles morphology of conventional and self-adhesive resin cements by SEM/EDX. *Microsc Res Tech*. 2012, 75(10):1348-52.
2. Anusavice KJ. *Phillips: Materiais Dentários*. Rio de Janeiro: Elsevier, 11ª Edição, 2005.
3. Barros EG, Marquez IM, Zanetta-Barbosa D. Avaliação comparativa da latência e da duração do cloridrato de levobupivacaína 0,5% sem e com vasoconstritor em anestesia terminal infiltrativa. *Revista de Odontologia da UNESP*. 2006, 35(2): 165-170.
4. Breschi L, Mazzoni A, Pashley DH, Pasquantonio G, Ruggeri A, Suppa P, Mazzotti G, Di Lenarda R, Tay FR. Electric-current-assisted application of self-etch adhesives to dentin. *J Dent Res*. 2006, 85(12):1092-6.
5. Cavalcanti AN, Foxton RM, Watson TF, Oliveira MT, Giannini M, Marchi GM. Bond strength of resin cements to a zirconia ceramic with different surface treatments. *Oper Dent*. 2009, 34(3):280-7.
6. Daskalov I, Indjov B, Mudrov N. Electrical dental pulp testing. Defining parameters for proper instrumentation. *IEEE Eng Med Biol Mag*. 1997, 16(1):46-50.
7. De Góes MF. Cimentos Resinosos. In *Restaurações de Resina Composta em Dentes Posteriores*. São Paulo: Artes Médicas, 1998. P. 169-176 [Série EAP/APCD].
8. De Oyague RC, Monticelli F, Toledano M, Osorio E, Ferrari M, Osorio R. Influence of surface treatments and resin cement selection on bonding to denselysintered zirconium-oxide ceramic. *Dent Mater*. 2009, 25(2):172-9.

9. De Menezes MJL, Arrais CA, Giannini M. 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.
10. Eldarrat A, High A, Kale GM. Age-related changes in cyclic voltammetry and potentiodynamic studies of normal human dentine. *J Mater Sci Mater Med.* 2003, 14(11):979-84.
11. Eldarrat AH, High AS, Kale GM. In vitro analysis of 'smear layer' on human dentine using ac-impedance spectroscopy. *J Dent.* 2004, 32(7):547-54.
12. 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.
13. Ferracane JL, Stansbury JW, Burke FJ. Self-adhesive resin cements - chemistry, properties and clinical considerations. *J Oral Rehabil.* 2011, 38(4):295-314
14. Garone N, Burguer RC. *Inlay e Onlay Metálica Estética.* Livraria Santos Editora, 1.ª Edição, 1998
15. Gerth HU, Dammaschke T, Züchner H, Schäfer E. Chemical analysis and bonding reaction of RelyX Unicem and Bifix composites - a comparative study. *Dent Mater.* 2006, 22(10):934-41.
16. Giannini M, Carvalho RM, Martins LR, Dias CT, Pashley DH. The influence of tubule density and area of solid dentin on bond strength of two adhesive systems to dentin. *J Adhes Dent.* 2001, 3(4):315-24.
17. Huysmans MC, Verdonschot EH, Rondel P. Electrical conductance and electrode area on sound smooth enamel in extracted teeth. *Caries Res.* 1995, 29(2):88-93.

18. Jafarzadeh H, Abbott PV. Review of pulp sensibility tests. Part II: electric pulp tests and test cavities. *Int Endod J.* 2010, 43(11):945-58.
19. Jastrzebska M, Kocot A. Ionic diffusion and space charge polarization in structural characterization of biological tissues. *Eur Phys J E Soft Matter.* 2004, 14(2):137-42.
20. Krizaj D, Jan J, Valencic V. Modeling AC current conduction through a human tooth. *Bioelectromagnetics.* 2004, 25(3):185-95.
21. Lin J, Chandler NP. Electric pulp testing: a review. *Int Endod J.* 2008, 41(5):365-74. Epub 2008 Feb 20.
22. Mazzone A, Visintini E, Vita F, Pasquantonio G, Saboia VP, Ruggeri A Jr, Di Lenarda R, Dorigo E, Breschi L. ElectroBond improves immediate dentin microtensile bond strength of two etch-and-rinse adhesives. *J Adhes Dent.* 2009, 11(1):27-33.
23. Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Carvalho RM, Russell CM. Bond strength versus dentine structure: a modelling approach. *Arch Oral Biol.* 1995, 40(12):1109-18.
24. Pasquantonio G, Tay FR, Mazzone A, Suppa P, Ruggeri A Jr, Falconi M, Di Lenarda R, Breschi L. Electric device improves bonds of simplified etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater.* 2007, 23(4):513-8.
25. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Self-adhesive resin cements: a literature review. *J Adhes Dent.* 2008, 10(4):251-8.
26. Sunada I. New method for measuring the length of the root canal. *J Dent Res.* 1962, 41:375-387.
27. Tanoue N, Koishi Y, Atsuta M, Matsumura H. Properties of dual-curable luting composites polymerized with single and dual curing modes. *J Oral Rehabil.* 2003, 30(10):1015-21.

28. Takimoto M, Ishii R, Iino M, Shimizu Y, Tsujimoto A, Takamizawa T, Ando S, Miyazaki M. Influence of temporary cement contamination on the surface free energy and dentine bond strength of self-adhesive cements. *J Dent.* 2012, 40(2):131-8.
29. Toledano M, Mazzoni A, Monticelli F, Breschi L, Osorio E, Osorio R. ElectroBond application may improve wetting characteristics of etched dentine. *J Dent.* 2011, 39(2):180-6.
30. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent.* 2003, 28(3):215-35.
31. Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Hashimoto M, Peumans M, Lambrechts P, et al. Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dent Mater J.* 2005, 24:1-13.
32. Viotti RG, Kasaz A, Pena CE, Alexandre RS, Arrais CA, Reis AF. Microtensile bond strength of new self-adhesive luting agents and conventional multistep systems. *J Prosthet Dent.* 2009, 102(5):306-12.
33. Visintini E, Mazzoni A, Vita F, Pasquantonio G, Cadenaro M, Di Lenarda R, Breschi L. Effects of thermocycling and use of ElectroBond on microtensile strength and nanoleakage using commercial one-step self-etch adhesives. *Eur J Oral Sci.* 2008, 116(6):564-70.
34. Yang B, Barloi A, Kern M. Influence of air-abrasion on zirconia ceramic bonding using an adhesive composite resin. *Dent Mater.* 2010, 26(1):44-50.

8. ANEXOS



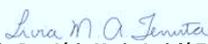
**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**



CERTIFICADO

O Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP certifica que o projeto de pesquisa "**Influência da aplicação de corrente elétrica em cimentos resinosos auto-adesivos**", protocolo nº 053/2012, dos pesquisadores Américo Bortolazzo Correr, Nayara Virginia Santos Barcellos e Valéria Bisinoto Gotti, satisfaz as exigências do Conselho Nacional de Saúde - Ministério da Saúde para as pesquisas em seres humanos e foi aprovado por este comitê em 04/07/2012.

The Ethics Committee in Research of the School of Dentistry of Piracicaba - State University of Campinas, certify that the project "**Influence of electric-current-assisted application on self-adhesive resin cements**", register number 053/2012, of Américo Bortolazzo Correr, Nayara Virginia Santos Barcellos and Valéria Bisinoto Gotti, comply with the recommendations of the National Health Council - Ministry of Health of Brazil for research in human subjects and therefore was approved by this committee at 07/04/2012.


Prof. Dra. Livia Maria Andalo Tenuta
Secretária
CEP/FOP/UNICAMP


Prof. Dr. Jacks Jorge Junior
Coordenador
CEP/FOP/UNICAMP

Nota: O título do protocolo aparece como fornecido pelos pesquisadores, sem qualquer edição.
Notice: The title of the project appears as provided by the authors, without editing.