

Thaís Yumi Umeda Suzuki

**ANÁLISE DA INTERFACE ADESIVA ENTRE PINOS DE FIBRA DE
VIDRO E DENTINA INTRARRADICULAR SUBMETIDA À
IRRIGAÇÃO COM DIFERENTES AGENTES CONDICIONANTES.**

ARAÇATUBA - SP

2015

Thaís Yumi Umeda Suzuki

**ANÁLISE DA INTERFACE ADESIVA ENTRE PINOS DE FIBRA DE
VIDRO E DENTINA INTRARRADICULAR SUBMETIDA À
IRRIGAÇÃO COM DIFERENTES AGENTES CONDICIONANTES.**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia, Campus de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de DOUTOR, pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Área de Concentração em Prótese Dentária.

Orientador: Prof. Adj. Paulo Henrique dos Santos

ARAÇATUBA - SP

2015

Catálogo na Publicação
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - FOA / UNESP

S68a Suzuki, Thaís Yumi Umeda
Análise da interface adesiva entre pinos de fibra de vidro e dentina intrarradicular submetida à irrigação com diferentes agentes condicionantes / Thaís Yumi Umeda Suzuki. – Araçatuba, 2015. 122 f. : il. + 1 CD-ROM.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia de Araçatuba.
Orientador: Prof. Paulo Henrique dos Santos

1. Cimentos de resina. 2. Técnica para retentor intrarradicular. 3. Dentina. 4. Polimerização. 5. Adesivos dentinários. I. T.

Black D3
CDD 617.69

Dados Curriculares

Thaís Yumi Umeda Suzuki

- NASCIMENTO** 25/06/1986 – Campinas – SP
- FILIAÇÃO** Masaaki Suzuki
Mary Yuriko Umeda
- 2005/2008** Curso de Graduação em Odontologia
Faculdade de Odontologia de Araçatuba -
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho”.
Araçatuba, Brasil.
- 2009/2011** Especialização em Periodontia
Associação Paulista dos Cirurgiões Dentistas -
Regional de Araçatuba.
Araçatuba, Brasil.
- 2009/2011** Especialização em Prótese Dentária
Conselho Federal de Odontologia.
Brasília, Brasil.
- 2009/2011** Mestrado em Odontologia, área de Prótese Dentária,
Faculdade de Odontologia de Araçatuba - Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.
Araçatuba, Brasil.
- 2012** Estágio de Docência na disciplina de Prótese Total,
Faculdade de Odontologia de Araçatuba - Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.
Araçatuba, Brasil.

- 2013** Estágio de Docência na disciplina de Materiais Dentários,
Faculdade de Odontologia de Araçatuba - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.
Araçatuba, Brasil.
- 2014/2015** Estágio de doutorado no exterior (Doutorado-Sanduíche),
Katholieke University Leuven – BIOMAT.
Leuven, Bélgica.
- 2012/2015** Obtenção dos créditos referentes ao curso de Pós-Graduação em Odontologia, área de Prótese Dentária, nível de Doutorado
Faculdade de Odontologia de Araçatuba - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.
Araçatuba, Brasil.

Dedicatória

Dedicatória

“Você se fez presente em todos os momentos, firmes e trêmulos e, passo a passo, pude sentir a sua mão na minha, transmitindo-me a segurança necessária para enfrentar meu caminho e seguir.”

Vinícius de Moraes

À minha mãe, Mary Yuriço Umeda

Pessoa na qual me espelho e representa a base de tudo que sou hoje. Agradeço por todo amor e tempo dedicados a mim. Por ter me ensinado tudo que sei: desde escrever, naquele caderninho de caligrafia; até sobre a vida, como cozinhar, morar sozinha, fazer as escolhas certas... Gostaria de agradecer ainda pela educação que recebi; pelas oportunidades que me foram proporcionadas; pelo apoio incondicional sempre, mas principalmente em relação a minha experiência no exterior; por entender a minha ausência e mais que isso, estar sempre presente de alguma forma.

Obrigada pelos esforços em amenizar meus medos e angustias, sempre acreditando que eu era capaz. Sinto orgulho de ser sua filha, pois sempre se doou ao máximo por nós, sua família, sem esperar nada em troca. Muito pelo contrario, sempre quis nos dar o melhor mesmo em meio às dificuldades e isso com certeza foi essencial para que eu chegasse até aqui. Estamos fechando juntas mais um ciclo da minha vida. Obrigada por acreditar no meu potencial e permitir que tudo isso fosse realizado.

Ao meu irmão, Thomas Hide Umeda Suzuki

Pelo companheirismo e amizade acima de tudo. Por tentar sempre estar em contato comigo, me apoiando e comemorando juntos as minhas vitórias. Obrigada por me fazer rir, mesmo quando a vontade era de chorar.

Seu apoio foi muito importante para eu chegar até aqui. E saiba que, mesmo que você não acredite às vezes, estarei sempre do seu lado no que você decidir. Estaremos sempre unidos, onde estivermos.

Muito obrigada por tudo!

À minha tia, Eunice Fumico Umeda Kina

Por ter permitido fazer parte da sua vida mais efetivamente nesses 11 anos que você me acolheu tão bem em sua casa. Obrigada por cuidar de mim como filha, compartilhando suas experiências profissionais e pessoais comigo. Sem o seu apoio incondicional, muito provavelmente não estaria concluindo mais esse sonho.

Obrigada por toda dedicação e carinho!

Aos meus avós, Yoichiro e Miyoko Umeda (in memoriam)

Que sempre me fizeram acreditar nos meus sonhos, estimulando sempre a estudar e batalhar pelos meus ideais. A presença de vocês na minha vida se faz presente até hoje, pois me lembro de vocês diariamente, seja por causa de um objeto ou algum acontecimento. Tenho certeza que de onde estiverem estão olhando por nós muito orgulhosos de mim.

**Amo muito vocês!
Dedico esta conquista com muito amor e gratidão!**

Agradecimentos

Especiais

Agradecimentos Especiais

*“Tell me, and I forget.
Teach me, and I may remember.
Involve me and I learn .”*

Benjamin Franklin

Ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Henrique dos Santos

Agradeço primeiramente pela orientação, por confiar em mim e pela enorme oportunidade de aprendizado que me proporcionou. O senhor sempre será um exemplo de professor e ser humano para mim. Obrigada por toda atenção e paciência dedicada a mim desde o mestrado. Sua competência e seu jeito simples, descontraído e calmo de orientar, com certeza tornaram a realização deste sonho uma grande oportunidade de crescimento profissional e pessoal para mim.

Serei sempre grata pela confiança nos momentos de desafios e incentivo diante das incertezas. Ter o senhor como orientador representou não apenas um crescimento profissional, mas também a conquista de uma amizade que me revelou valores para a vida toda. Agradeço ainda pela sementinha que o senhor plantou ainda no mestrado sobre o doutorado sanduíche. Essa experiência de estágio no exterior foi maravilhosa para mim tanto pessoal como profissionalmente e só foi possível, pois o senhor sempre me incentivou e apoiou.

Espero ter atingido suas expectativas como orientada e ter feito por merecer a confiança em mim depositada. Muito obrigada acima de tudo pela sua amizade. A você, minha profunda gratidão e admiração.

Ao meu supervisor durante o Doutorado Sanduíche, Prof. Bart Van Meerbeek

Pela oportunidade oferecida para realização do Doutorado-Sanduíche e proporcionar uma experiência incrivelmente enriquecedora em minha vida. Tê-lo como orientador foi essencial para que eu trilhasse um caminho agradável e seguro durante este período de estágio no exterior.

Obrigada por toda atenção, pelos momentos agradáveis, conhecimentos transmitidos e amizade a mim proporcionada.

Ao meu tio, Prof. Dr. José Ricardo Kina

Que sempre me estimulou a estudar e buscar o conhecimento desde a graduação, e sempre disposto a me ensinar e ajudar. Agradeço pela acolhida em sua casa, cuidar de mim como filha e pela oportunidade da convivência diária nesses 11 anos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)

Pela concessão da Bolsa de Doutorado no país (Processo n° 2012/12771-9) e Bolsa Estágio de Pesquisa no Exterior – BEPE (Processo n° 2014/01152-1), indispensável para a realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

Pela concessão da Bolsa durante o primeiro ano do Doutorado, indispensável para a realização deste trabalho.

Agradecimientos

Agradecimentos

“Não importa o tamanho do seu talento se você é incapaz de fazer parte de um grupo, de uma comunidade, e se dá mais importância ao ‘Eu’ do que ao ‘Nós’.”

Bernardo Rocha de Rezende – “Bernardinho”

À **Deus**, por ter me dado uma família maravilhosa, ter me cercado de pessoas especiais e me concedido saúde, perseverança e força para seguir meu caminho e iluminando meus pensamentos e atitudes.

À **Faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba – UNESP**, na pessoa de seu diretor **Prof. Dr. Wilson Roberto Poi** e vice-diretor **Prof. Dr. João Eduardo Gomes Filho**, que me acolheu e proporcionou meu aprendizado e crescimento nos cursos de graduação, mestrado e doutorado.

À **Katholieke University Leuven – BIOMAT (Bélgica)**, na pessoa da chefe de departamento **Profa. Dominique Declerck**, pela oportunidade de realização de estágio de Doutorado no exterior.

À coordenadora do curso de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP, **Profa. Dra. Maria José Hitomi Nagata**, por incentivar os alunos e acreditar nos futuros professores e pesquisadores.

Às funcionárias da Seção de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, **Valéria Zagato, Lilian Mada e Cristiane Lui**, que de forma sempre atenciosa e prestativa, me ajudaram sempre que precisei. Muito obrigada pela paciência e eficiência.

Aos **bibliotecários** da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, pelo modo dedicado e eficiente que sempre atenderam às minhas necessidades, pelo cuidado e colaboração durante todo o período de elaboração deste trabalho.

*“Professor não é o que ensina,
mas o que desperta a vontade do aluno aprender”*

Jean Peaget

Aos **professores do curso de Pós-Graduação** da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, pela oportunidade de crescimento e por todo conhecimento científico compartilhado.

Aos **professores do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese** da Faculdade de Odontologia de Araçatuba, por todos os ensinamentos transmitidos, pela motivação e carinho com que me trataram desde a graduação.

Aos técnicos, **Rosemeire, Ana Marcelina, Jânder, Carlão e Eduardinho**; e a secretária **Magda**, do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP agradeço por estarem sempre dispostos a auxiliar, sempre com muita competência, paciência, e atenção.

Ao **Departamento de Odontologia Restauradora** da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, e ao professor **André Luiz Fraga Briso**, pela recepção, convivência e autorização do uso da lupa estereoscópica, indispensável para a realização deste trabalho.

Ao secretário do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, **Peterson**, pela dedicação, cuidado e carinho durante todo esse tempo, e as funcionárias **Cláudia e Grazi**.

Aos professores e funcionários da Katholieke University Leuven – BIOMAT (Bélgica), **Dr. Jan De Munck, Profa. Kirsten Van Landuyt, Profa. Marleen Peumans, Prof. Paul Lambrechts, Chéraz Mehiri e Sandra Winner**, pelo apoio e acolhida.

Aos professores da Banca de Qualificação, **Profa. Débora de Barros Barbosa e Prof. André Luiz Fraga Briso** pelas ótimas considerações e toda a ajuda prestada ao longo do curso.

Aos professores membros da Banca examinadora, **Prof. Dr. Wirley Gonçalves Assunção, Profa. Dra. Aimée Maria Guiotti, Prof. Dr. Edson Alves de Campos e Prof. Dr. Anderson Catelan**, por terem aceitado o meu convite e que com toda experiência e conhecimento, contribuíram e enriqueceram muito durante a arguição. Obrigada pela disponibilidade de tempo e pela atenção desprendida na análise do trabalho.

Aos **pacientes**, fonte de tanta busca e de tanto aprendizado.

*“Aqueles que passam por nós, não vão sós, não nos deixam sós.
Deixam um pouco de si, levam um pouco de nós.”*

Antoine de Saint-Exupéry

À **Profª. Dra. Maria Cristina Rosifini Alves Rezende**, responsável pela Disciplina de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, pela convivência, ensinamento, e oportunidade da realização do estágio docente. Agradeço também pela autorização para utilização da máquina universal EMIC, equipamento indispensável para realização deste estudo.

Ao **Prof. Dr. João Eduardo Gomes Filho**, do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP, por toda paciência, confiança, carinho e amizade. Agradeço pela orientação e gentileza em me ceder materiais endodônticos para a realização do estudo.

Ao **Prof. Dr. Juno Gallego**, do Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, pela gentileza em me ensinar a manipular e conceder autorização para utilização do Ultramicrodurômetro, equipamento indispensável para a realização deste trabalho. Agradeço também pela colaboração e disponibilidade constantes.

À **Profª. Dra. Linda Wang**, do Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Odontológicos da Faculdade de Odontologia de Bauru – USP, pela gentileza em conceder a autorização para utilização do FLODEC, equipamento indispensável para a realização deste trabalho e orientação quanto aos resultados obtidos.

Ao **Prof. Dr. Wirley Gonçalves Assunção**, do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, que em todos os momentos me recebeu prontamente, e esteve presente em momentos fundamentais do meu caminho profissional, sempre com competência e integridade. O senhor soube me mostrar com cuidado minhas deficiências e enaltecer minhas virtudes e evolução. Obrigada pela oportunidade da realização do estágio docente e oportunidade de conviver com uma pessoa verdadeira e amiga.

Ao **Prof. Dr. Eduardo Passos Rocha**, do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, pela saudável convivência nas clínicas e nas aulas. Obrigada por sempre se dispor, pela amizade e pelo exemplo de competência clínica.

À **Profa. Dra. Evelise Machado de Souza**, da Disciplina de Dentística da Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR, pelo carinho com que prontamente me acolheu e me ajudou no contato para o meu Doutorado Sanduíche. Obrigada pela atenção, incentivo e disponibilidade em ajudar sempre.

Ao **Laboratório de Microscopia Eletrônica** da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, em especial ao assistente de suporte acadêmico **Elton José de Souza**, pelo empenho e gentileza para realização da etapa de microscopia eletrônica de varredura.

À empresa GC Europe, em especial ao **Márcio Vivan Cardoso** e a **Simone Moretto**, pela gentileza em fornecer os materiais de forma tão eficiente para o meu trabalho durante o estágio no exterior.

“O melhor amigo é aquele com quem nos sentamos por longas horas, sem dizer uma palavra, e ao deixá-lo, temos a impressão de que foi a melhor conversa que já tivemos.”
Mahatma Gandhi

A meu primo, **Lukas Umeda Kina**, por fazer parte da minha vida desde que nasceu e encher meus dias de alegria. Desejo que você tenha um futuro brilhante e seja sempre muito feliz!

À minha amiga, **Larissa Tiemy Ishiwa**, por estar sempre presente mesmo com a distância e ocupações cotidianas. Obrigada por ser essa amiga tão dedicada há tantos anos... Melhor amiga é aquela para quem contamos nossos segredos e aflições. É para onde corremos em momentos de crises e dificuldades, e você desempenha muito bem esse papel! Além das coisas boas: longas conversas, dividir guloseimas, se divertir e ganhar abraços apertados cheios de carinho. Muito obrigada por tudo que fez por mim!

À minha amiga, **Profa. Dra. Daniela Micheline dos Santos**, agradeço o privilégio de ser sua amiga. Sua alegria e calma contagiam a todos a sua volta. Obrigada por preencher meus dias com carinho e alegria. Senti muito sua falta no tempo que estive na Bélgica. Você é um exemplo de generosidade e bondade. Você foi essencial na minha escolha para a vida acadêmica e tornar essa caminhada mais tranquila e agradável. Adoro muito você!

À minha amiga, **Mariana Almeida Pereira**, pela sua amizade descontraída e verdadeira. Desde o início, quando te conheci, já gostei muito de você. Adoro esse seu jeito despojado, animado e atencioso. Você é daquelas pessoas que irradiam o ambiente onde está. Obrigada por alegrar meus dias em Araçatuba e pela sua confiança em mim. Mari, estarei do seu lado sempre que precisar, e nas escolhas que fizer. Agradeço por nossa amizade que cresce a cada dia!

À minha amiga, **Lara Cristina Cunha Cervantes**, por ser uma amiga tão presente, daquelas que queremos contar cada coisinha que acontece em nossos dias. Nos conhecemos um pouco ao acaso e agradeço muito por isso, pois você tornou meus dias em Araçatuba mais felizes e animados. Querida amiga continue sendo essa pessoa meiga, estudiosa e dedicada que sempre foi. Muito obrigada por tudo!

À minha amiga, **Amália Moreno**, que tive o prazer de conhecer durante o mestrado, na qual foi fundamental para o meu crescimento. Desde o início sempre muito prestativa, humilde e paciente comigo, nunca se negando a me ajudar. Obrigada por fazer parte da minha vida! Você é um exemplo de energia, determinação, força e bondade! Tudo que está colhendo hoje é fruto do que plantou com tanto carinho. Sua amizade é um presente que ganhei da vida e vou levá-la comigo para sempre.

À minha amiga, ***Pâmela Letícia dos Santos***, pela amizade, carinho e apoio de sempre. Obrigada por estar presente sempre na minha vida, e dividindo também os seus momentos comigo. Comadre, desejo a você toda felicidade do mundo! Te adoro muito!

Ao meu amigo, ***André Gustavo de Lima Godas***, por toda disposição em me ajudar, sempre de forma tão paciente. Obrigada pela sua amizade nesses anos, e tenho certeza que será muito feliz na sua vida! Boa sorte nessa nova jornada!

À minha amiga, ***Ana Paula Martini***, agradeço por ter tido o prazer de te conhecer durante a pós-graduação. Obrigada por estar sempre presente e disponível para conversar, ajudar e trabalhar juntas. Você me conquista a cada dia com sua inteligência, gentileza e amizade!

À minha amiga, ***Ana Paula Albuquerque Guedes***, pela amizade, carinho e prontidão em me ajudar. Obrigada pela convivência agradável, parcerias de sucesso, risadas e o apoio.

Ao meu amigo, ***Bruno de Castro Ferreira Barreto***, por ser esse amigo tão dedicado e presente. Agradeço muito pelo meu doutorado sanduíche, pois assim, pude te conhecer e dividir tantos momentos bacanas com você durante este período. Meu amigo, obrigada por tudo que fez por mim em Leuven, pois apesar da cidade ser maravilhosa e aconchegante, estamos sozinhos, sem nossa família, então nada como ter um amigo para contar, conversar, se divertir. Precisaréi de muitos anos de amizade para retribuir tudo que fez por mim. Você foi minha família em Leuven! MUITÍSSIMO obrigada!

À minha amiga, ***Cássia Bellotto Corrêa***, por ter sido mais que uma amiga, uma irmã para mim durante o período de doutorado sanduíche. Tenho que te agradecer muito por cada palavra de incentivo, sempre não me deixando desanimar. Você é daquelas pessoas que irradiam qualquer ambiente que esteja com sua alegria e positividade. Obrigada por compartilhar tantos momentos bacanas da minha vida, que nunca esquecerei! Não poderia ter encontrado uma amiga melhor para dividir essa experiência comigo. Você merece tudo do melhor para sua vida, e tenho certeza que assim será! Te adoro muito!

Aos meus amigos, ***Nádia Cristina Fávaro Moreira*** e ***Wander José da Silva***, por terem me acolhido tão bem na vida de vocês, tornando o dia a dia em Leuven muito feliz. Obrigada por todos os momentos de ensinamento, carinho, descontração e muita comilança. A amizade de vocês foi fundamental para mim neste período de doutorado sanduíche e tenho certeza que será para sempre.

*“Um Amigo se faz rapidamente;
já a amizade é um fruto que amadurece lentamente...”*
Aristóteles

À minha amiga, ***Gabriela Lopes Fernandes***, que conheci e pude conviver ainda na graduação, sempre disposta a me ajudar. Ao amigo, ***Renan Aparecido Fernandes***, que sempre se mostrou prestativo e atencioso comigo. Obrigada a vocês pela amizade e pelos tantos momentos felizes e descontraídos.

À minha amiga, ***Daniela Jardimete***, pela sua bondade, amizade e tornarem os momentos no curso de Perio mais prazerosos. Obrigada ainda por ser tão atenciosa comigo e cuidado da minha família na minha ausência.

À minha amiga, ***Larissa Oliveira***, que chegou de mansinho e conquistou a todos. Obrigada por ser essa pessoa tão dedicada a minha família, cuidando e se preocupando sempre com a minha mãe e principalmente meu irmão. Obrigada pela amizade e carinho.

Aos meus amigos, ***Carolina Buselli, Edson Hiroyuki Gondo, Ellen Trevisan, Giuliano Augusto Vieira, Jacqueline Souza, Karina Yumi Sakamoto, Lígia Carrillo Davos, Vivian Terue Kawasima***, que mesmo distantes, se faziam presentes. E mesmo cada um tomando caminhos diferentes, não mudou o nosso carinho e preocupação um com o outro. Obrigada por cultivarem nossa amizade por tantos anos.

Aos amigos que fiz durante a pós-graduação, ***Adhara Smith Nobrega, Agda Marobo Andreotti, Aline Takamiya, Aljomar José Vechiato Filho, Ana Carolina Hipólito, Ana Teresa Maluly Proni, Bruna de Oliveira, Camila Berbel Seloto, Caroline Cantieri de Mello, Cleidiel Aparecido Araujo Lemos, Daniel Augusto de Faria Almeida, Douglas Roberto Monteiro, Ebele Adaobi Silva, Elisa Mattias Sartori, Emily Vivianne Freitas da Silva, Fábio Martins Salomão, Fernando Isquierdo de Souza, Gláucia Resende Soares, Henrico Badaoui Strazzi Sahyon, Janaina Cardoso Moreira, Juliana Aparecida Delben, Joel Santiago Jr, Laura Molinar Franco, Leonardo Perez Faverani, Letícia Cunha, Lídia Pimenta, Lígia Lavezo Ferreira, Liliane da Rocha Bonatto, Lucas Machado, Marcela Haddad, Mariana Dias Moda, Mariana Vilela Sônego, Marjorie de Oliveira Gallinari, Nara Santos Araujo, Rafael Simões Gonçalves, Régis Alexandre da Cunha Melo, Rodolfo Anchieta, Rodrigo Antonio de Medeiros, Rosse Mary Falcón*** pelos bons momentos que dividimos e amizade que construímos.

Ao meu amigo, **Prof. Dr. Anderson Catelan** pela parceria no desenvolvimento de trabalhos e disposição em sempre me ajudar no que fosse preciso, mas principalmente pela amizade e apoio sempre. Obrigada pelos momentos de alegria e descontração.

Ao meu amigo, **Prof. Dr. Aldiéris Alves Pesqueira** pela convivência durante o estágio docência. A partir disso, pude conhecer melhor a pessoa maravilhosa e divertida que você é. E ao **Prof. Dr. Valentim Adelino Ricardo Barão**, pela educação, gentileza e exemplo de pessoa.

Aos alunos de iniciação científica, **Jaqueline Barros Rossi** e **Mariana Almeida Pereira** pelos momentos agradáveis vividos durante o meu doutorado. Obrigada por estarem sempre dispostos a me ajudar sempre que precisei e por poder exercitar um pouco, o meu lado orientadora. Aprendi muito com vocês também.

À amiga de pós-graduação da Faculdade de Odontologia de Bauru – USP, **Carla Müller** pela receptividade todas as vezes que estive em Bauru, carinho e principalmente pela amizade descoberta durante o GBMD de 2011 e que só aumentou desde então.

Ao amigo de pós-graduação da Faculdade de Odontologia de Bauru – USP, **Samuel Lucas Fernandes**, do Departamento Dentística, Endodontia e Materiais Odontológicos da Faculdade de Odontologia de Bauru – USP, pela amizade e gentileza em me ensinar a manipular o FLODEC.

Aos amigos da Katholieke University Leuven - BIOMAT, **Annelies Van Ende, Bruno de Castro Ferreira Barreto, Diogo Pedrollo Lise, Eveline Putzeys, Ivana Nedeljkovic, Marissa Priyanka Chatterjee, Masanao Inokoshi, Pong Pongprueksa, Simón Pedano De Piero, Stefanie Krausch-Hofmann, Stevan Cokic, Xin Li**, por todos os momentos bacanas que tive durante o meu estágio no exterior, tornando os dias mais agradáveis.

Aos amigos que fiz durante o meu Doutorado-Sanduiche, **Carlos Eduardo Bites Romanini, Cássia Bellotto Corrêa, Germana de Villa Camargos, Karla Goessler, Lara Krissie de Oliveira Bosco, Nádia Cristina Fávaro Moreira, Polliane Moraes de Carvalho, Rita Ribeiro, Tara Praet, e Wander José da Silva** pela amizade e apoio durante o período do meu estágio no exterior. Obrigada pelos momentos de descontração e tornar essa experiência ainda mais gratificante e enriquecedora.

Aos meus amigos, **Adriana Tabuse, Beatriz Martinelli, Daniel Ferreira, Daniella Bueno, Gabriel Rinaldi, Gláuber Rabelo, Gustavo Manrique, Ícaro Toledo, Larissa Sgarbosa, Marília Fugita, Rafael Faé, Simone Maruta, e Valéria de Abreu**, pessoas muitos especiais, com quem tive a honra de conviver desde a graduação. Agradeço por cada momento

maravilhoso que tivemos juntos e pela dedicação em mantermos nossa amizade da mesma maneira como no início.

Aos amigos do curso de inglês, **Carla Nagao, Gisele Sartori, Jackeline Sabino, Jean Hilário, Jonatan Gomes, Maira Nagao, Milena Xavier, Patricia Bisca, Sérgio Balbino Gazza, Vanessa Sakaguti, Victoria Riquena**, pela amizade, por tornarem as aulas de inglês mais agradáveis e sempre me incentivar pela experiência de estágio no exterior.

Aos amigos do tênis, **Bruna Goldmann, Daniela Micheline, Flávia Athayde, Flávio Dias, Lara Goldmann, Lívia Blasque e Lívia Goldmann**, pelo incentivo em todos os aspectos... Finalizar o doutorado, melhorar no esporte e ter uma vida mais saudável. Através do esporte, conheci pessoas maravilhosas e uma amizade que vou levar para sempre! Obrigada por tudo.

À família Martins, **Adriana, Ana Laura, Orentino (Noca) e Silvana**, que sempre me recebeu como parte da família, cuidando e se preocupando não apenas com meus tios e primo, mas também comigo.

Aos meus familiares, batian **Kimiyo**; tias **Wilsen, Cris, Márcia e Eliana**; tios **Beto e Tony**; primos **Rafael, Bruno, Marcelo, Bryan, Marcinho, João Alfredo, Enrico e Lukas**; primas **Bruna, Michelly e Isis**; por todo amor e apoio em todas as fases da minha vida.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que esse trabalho fosse concluído.

“Não existe um caminho para a felicidade.

A felicidade é o caminho.”

Mahatma Gandhi

Resumo

SUZUKI, T.Y.U. Análise da interface adesiva entre pinos de fibra de vidro e dentina intrarradicular submetida à irrigação com diferentes agentes condicionantes [Tese]. Araçatuba: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; 2015.

Resumo

O propósito deste estudo foi avaliar a interação das soluções irrigantes e tipos de cimentos resinosos na cimentação de pinos de fibra de vidro nos diferentes terços da dentina intrarradicular, através do teste de resistência de união, avaliação das propriedades mecânicas e capacidade de selamento da interface adesiva. Noventa dentes pré-molares humanos unirradiculares foram utilizados neste estudo. Após obturação endodôntica e preparo mecânico dos condutos radiculares, os dentes foram divididos em 5 grupos de acordo com os agentes condicionantes (água destilada, hipoclorito de sódio 5,25%, ácido poliacrílico 25%, clorexidina 2%, dispersão de nanopartículas de prata à 23 ppm) e subdivididos em 3 grupos experimentais (n=6), de acordo com a técnica adesiva adotada para cimentação de pinos de fibra de vidro: Grupo SBU: adesivo autocondicionante ScotchbondTM Universal + cimento resinoso convencional RelyX ARC; Grupo U200: cimento resinoso autoadesivo RelyX U200; Grupo MCE: cimento resinoso autoadesivo Maxcem Elite. As propriedades mecânicas de dureza e módulo de elasticidade das estruturas da interface adesiva (cimento resinoso e dentina subjacente) foram mensuradas em ultramicrodurômetro digital DUH-211 (Shimadzu), sob carga de 5mN nos diferentes terços da dentina intrarradicular (cervical, médio e apical). A resistência de união foi mensurada pelo teste de *push-out* em máquina de ensaio universal (Emic DL 3000). A capacidade de

selamento foi quantificada através de um sistema de infiltração de fluido (Flodec) durante 5 minutos. Os dados de resistência de união, propriedades mecânicas e capacidade de selamento foram submetidos a testes estatísticos de normalidade e analisados pela ANOVA para medidas repetidas e teste de Fisher ($\alpha = 0,05$). Os resultados mostraram que as propriedades mecânicas de dureza Martens e módulo de elasticidade dos cimentos resinosos e da dentina subjacente são influenciados pelas soluções condicionantes, bem como pela profundidade intrarradicular. O mesmo fenômeno foi observado no teste de resistência de união. A dispersão de nanopartícula de prata a 23 ppm apresentou, de maneira geral, resultados promissores, sugerindo que a mesma poderia ser utilizada como agente de irrigação com potencial antibacteriano, sem causar interferência nas propriedades mecânicas da dentina e dos materiais cimentantes, bem como na adesão entre pino e dentina intrarradicular.

Palavras-chave: Cimentos de Resina. Técnica para Retentor Intrarradicular. Dentina. Adesivos dentinários. Nanopartículas. Prata.

Abstract

SUZUKI, T.Y.U. Analysis of the bonding interface between glass fiber posts and intra-root dentin subjected to irrigation with different conditioning agents [Thesis]. Araçatuba: UNESP - São Paulo State University; 2015.

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the interaction of conditioning agents and resin cements in the luting procedure of glass fiber posts in different thirds of intra-root dentin, through the bond strength test, mechanical properties and sealing ability of the adhesive interface. Ninety single-rooted premolars human teeth were used in this study. After endodontic filling and mechanical preparation of root canal, teeth were divided into five groups according to the conditioning agents (distilled water, 5.25% sodium hypochlorite, 25% polyacrylic acid, 2% chlorhexidine and 23 ppm silver nanoparticles dispersion). Three adhesive cementation techniques were adopted: Group 1: Scotchbond™ Universal self-etching adhesive + RelyX ARC resin cement, Group 2: RelyX U200 self-adhesive resin cement, Group 3: Maxcem Elite self-adhesive resin cement. The mechanical properties (Martens hardness and elastic modulus) of the adhesive interface structures (resin cement and underlying dentin) were measured in a DUH-211 digital ultra-microhardness tester (Shimadzu), under load of 5mN in different areas of intra-root dentin (cervical, middle and apical). Push-out bond strength was measured in a universal testing machine (Emic DL 3000). Sealing ability was quantified with a fluid-filtration system (Flodec) during 5 min was immediately measured. The data of bond strength and mechanical properties were subjected to statistical tests of normality and analyzed by ANOVA for repeated

measures and Fisher's test ($\alpha=0.05$). The results showed that the mechanical properties of Martens hardness and elastic modulus of resin cements and the underlying dentine can be influenced by conditioning agents, as well as the depth of intraradicular dentin. The same phenomenon was observed in the push-out bond strength test. The 23ppm silver nanoparticle dispersion showed good results overall, suggesting that can be used as an antibacterial agent without interference in the mechanical properties of resin cements and dentin, as well as in the adhesion between fiber posts and dentin.

Key-words: Resin Cements. Adhesives. Technique for Retaining Intra-Root. Silver. Nanoparticles.

Listas e Sumário

Lista de Figuras

CAPÍTULO 1

Figura 1	Esquema do delineamento experimental adotado neste estudo.....	67
-----------------	----------------------------------------------------------------	----

CAPÍTULO 2

Figura 1	Esquema do delineamento experimental adotado neste estudo.....	98
Figura 2	Amostra representativa da dentina intrarradicular irrigada com água destilada, do grupo SBU, no terço cervical.....	99
Figura 3	Amostra representativa da dentina intrarradicular irrigada com solução de nanopartícula de prata, do grupo SBU, no terço cervical.....	100
Figura 4	Amostra representativa da dentina intrarradicular irrigada com clorexidina, do grupo U200, no terço apical.....	101
Figura 5	Amostra representativa da dentina intrarradicular irrigada com hipoclorito de sódio, do grupo U200, no terço médio.....	102
Figura 6	Amostra representativa da dentina intrarradicular irrigada com ácido poliacrílico, do grupo U200, no terço médio.....	103

Lista de Tabelas

CAPÍTULO 1

Tabela 1	Adesivos e cimentos resinosos utilizados neste estudo.....	68
Tabela 2	Valores de Dureza Martens (HM) e Módulo de Elasticidade (Eit*) da dentina em função dos agentes condicionantes e terços radiculares (GPa) independente do material utilizado para cimentação.....	69
Tabela 3	Valores de Dureza Martens (HM) e Módulo de Elasticidade (Eit*) do cimento resinoso em função dos agentes condicionantes e terços radiculares (GPa) para o grupo SBU.....	70
Tabela 4	Valores de Dureza Martens (HM) e Módulo de Elasticidade (Eit*) do cimento resinoso em função dos agentes condicionantes e terços radiculares (GPa) para o grupo U200.....	71
Tabela 5	Valores de Dureza Martens (HM) e Módulo de Elasticidade (Eit*) do cimento resinoso em função dos agentes condicionantes e terços radiculares (GPa) para o grupo MCE.....	72

CAPÍTULO 2

Tabela 1	Adesivos e cimentos resinosos utilizados neste estudo.....	104
Tabela 2	Análise de Variância três critérios para medidas repetidas da resistência de união pelo teste de <i>Push-Out</i>	105
Tabela 3	Resistência de união por extrusão (<i>push-out</i>) (MPa) dos agentes condicionantes nos diferentes terços da dentina intrarradicular no grupo SBU.....	106
Tabela 4	Resistência de união por extrusão (<i>push-out</i>) (MPa) dos agentes condicionantes nos diferentes terços da dentina intrarradicular no grupo U200.....	117
Tabela 5	Resistência de união por extrusão (<i>push-out</i>) (MPa) dos agentes condicionantes nos diferentes terços da dentina intrarradicular no grupo MCE.....	108

Lista de Abreviaturas, Símbolos e Siglas

α	= alpha
°C	= grau Celsius
±	= mais ou menos
%	= percentagem
µm	= micrometro
Adj.	= Adjunto
Ag NPs	= Nanopartículas de prata
ANOVA	= Análise da variância
BIOMAT	= Dental Biomaterials Research
Bis-GMA	= Bisfenol A glicidil dimetacrilato
CA	= Califórnia
CAPES	= Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CHX	= Clorexidina
Corp.	= Corporation
CT	= Connecticut
Dr.	= Doutor
Dra.	= Doutora
Eit*	= Módulo de elasticidade
EUA	= Estados Unidos da América
et al.	= e colaboradores
FAPESP	= Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
GPa	= GigaPascal
GBMD	= Grupo Brasileiro de Materiais Dentários
HEMA	= Hidroxil-etil-metacrilato
HM	= Dureza Martens

IL	= Illinois
MDP	= metacrilóxidecíl di-hidrogênio fosfato
mL	= mililitro (unidade de medida equivalente a $10^{-3}l$)
mm	= milímetro (unidade de medida equivalente a $10^{-3}m$)
mm/min	= milímetros por minuto
MMP	= matriz metaloproteinase
mN	= mili Newton
MN	= Minessota
MPa	= MegaPascal
n°	= número
NaOCl	= Hipoclorito de sódio
PLSD	= Protected Least Significant Difference
ppm	= Partículas por milhão
PR	= Paraná
Prof.	= Professor
Prof ^a .	= Professora
PUCPR	= Pontificia Universidade Católica do Paraná
RJ	= Rio de Janeiro
SP	= São Paulo
TEGDMA	= Dimetacrilato de trietilenoglicol
™	= Marca comercial (Trademark)
UNESP	= Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
USP	= Universidade de São Paulo
UT	= Utah

Sumário

1	Introdução Geral.....	34
2	Capítulo 1 - Influência de soluções irrigantes nas propriedades mecânicas de componentes da interface adesiva nos diferentes terços da dentina intrarradicular.....	39
	2.1 Resumo.....	40
	2.2 Abstract.....	42
	2.3 Introdução e Proposição.....	44
	2.4 Materiais e Método.....	46
	2.5 Resultado.....	52
	2.6 Discussão.....	53
	2.7 Conclusão.....	59
	2.8 Referências.....	60
3	Capítulo 2 - Resistência de união entre pinos de fibra de vidro à dentina intrarradicular submetidos à diferentes soluções irrigantes.....	73
	3.1 Resumo.....	74
	3.2 Abstract.....	76
	3.3 Introdução e Proposição.....	78
	3.4 Materiais e Método.....	80
	3.5 Resultado.....	85
	3.6 Discussão.....	86
	3.7 Conclusão.....	91
	3.8 Referências.....	92
	Anexo.....	109

Introdução Geral

1 Introdução Geral*

Reconstruir dentes tratados endodonticamente, que apresentam perda excessiva de estrutura coronal¹ resultante de cáries extensas, trauma, patologia pulpar, fraturas ou preparos para o acesso endodôntico e causas iatrogênicas^{2,3} utilizando pinos de fibra de vidro, é uma opção de tratamento amplamente aceito.⁴ Estes são compostos por fibras de vidros unidirecionais, incorporadas em uma matriz de resina, que fortalecem o pino sem comprometer o módulo de elasticidade,⁵ semelhante ao da dentina,^{6,7} minimizando a transmissão de tensões nas paredes da raiz e, diminuindo a possibilidade de fratura⁷⁻⁹, além de apresentarem elevada resistência à flexão e fadiga. Atualmente, os pinos de fibra de vidro são branco-opacos ou translúcidos, contribuindo para a qualidade estética do dente através da restauração.⁹ Sua composição química é compatível com monômeros resinosos como o Bis-GMA presentes em sistemas adesivos e cimentos resinosos.¹⁰

No entanto, a união de pinos de fibra de vidro à dentina pode ser um desafio clínico devido à anatomia radicular, acesso limitado e falta de visibilidade, bem como o reduzido número de túbulos dentinários no terço apical da raiz.^{11,12} Falhas de restaurações suportadas por pinos geralmente ocorrem por fraturas do pino ou perda de retenção,¹¹ sendo este último, a falha clínica mais frequente^{4,11} o qual ocorre na interface adesiva pino-cimento ou cimento-dentina. Portanto, a escolha do material cimentante e a técnica adesiva adequada pode melhorar a retenção dos pinos de fibra de vidro por meio de uma efetiva e duradoura união com a dentina intrarradicular.¹¹

Dentre os materiais disponíveis para cimentação de pinos de fibra de vidro, os cimentos resinosos autoadesivos têm sido recomendados, uma vez que apresentam a vantagem de não necessitar de pré-tratamento dentinário.^{6,12} Tais materiais apresentam

* Normalização segundo as Normas de Vancouver. Referências (ANEXO B)

monômeros multifuncionais de metacrilato, derivados do ácido fosfórico, que reagem com a carga do agente cimentante¹³ permitindo uma retenção micromecânica e química.¹⁴ Isso torna o tratamento simplificado, com menor sensibilidade da técnica adesiva.¹⁵ Este tipo de cimento utiliza a *smear layer* como substrato de união, porém é importante que este material seja capaz de condicionar, além da *smear layer*, a dentina subjacente.¹⁶ Para tanto, é necessário que os monômeros ácidos sejam capazes de desmineralizar a dentina subjacente, resultando em retenções micromecânicas e infiltração do cimento no substrato dental.^{17,18} Apesar da não formação de uma camada híbrida distinta¹⁵, ocorre união química com a hidroxiapatita, característica observada para os cimentos de ionômero de vidro. Durante a reação de polimerização do cimento, suas propriedades hidrófilas tornam-se hidrófobas,¹⁹ ocorrendo a neutralização do pH com a formação e liberação de água.¹⁷

A *smear layer* é formada durante o preparo do conduto radicular para cimentação do pino, quando a dentina é cortada e detritos são depositados na superfície dentinária, sendo que bactérias e produtos bacterianos poderiam também contaminar esta camada,^{20,21} Neste caso, a utilização de soluções irrigantes durante o preparo do conduto radicular auxiliaria na desinfecção do conduto intrarradicular e eliminação dos restos de detritos orgânicos.²¹ Dentre essas soluções, destaca-se o hipoclorito de sódio (NaOCl) que se mostra efetivo na remoção da *smear layer*,¹¹ devido sua capacidade de dissolução dos tecidos orgânicos, além da saponificação de gorduras, neutralização de produtos tóxicos e ação antibacteriana.^{3,22} Outras soluções que apresentam essa ação antibacteriana são a clorexidina (CHX) e a dispersão de nanopartículas de prata (Ag NPs).^{7,21} Em concentrações elevadas, a clorexidina é capaz de penetrar na bactéria, causando danos irreversíveis como precipitação e coagulação do conteúdo citoplasmático, que produzem a morte dos microrganismos.^{23,24} Além disso, a clorexidina apresenta uma característica de substantividade, ou seja, sua ação antibacteriana

poderia persistir no substrato por 12 semanas.²⁴ Já as nanopartículas de prata têm sido utilizadas para prevenir a colonização bacteriana em várias superfícies como cateteres, próteses, ataduras, curativos e mais recentemente como solução irrigadora de canais endodônticos.²¹ Substâncias como o ácido poliacrílico também tem sido utilizadas para condicionar a dentina previamente aos processos de união. Esta solução contém numerosos grupos de íons carboxílicos que poderiam formar ligações de hidrogênio, além de promover a limpeza e aumento na capacidade de umedecimento do substrato.²⁵

No entanto, a utilização de algumas substâncias irrigadoras pode interferir na cimentação dos pinos de fibra de vidro quando utilizados cimentos resinosos autoadesivos. Alguns estudos têm relatado um efeito negativo da irrigação de NaOCl sobre a aderência do cimento resinoso à dentina intrarradicular, uma vez que o NaOCl se decompõe em cloreto de sódio e oxigênio. A liberação de oxigênio poderia inibir a polimerização de materiais resinosos e interferir na infiltração do material resinoso na dentina desmineralizada.^{26,27}

O estudo das propriedades mecânicas dos materiais e do substrato é fundamental para estabelecer perspectivas de sucesso para a interface de união.²⁸ Várias metodologias são utilizadas para caracterização dos materiais odontológicos, entre eles a utilização de penetradores (“indentadores”) diamantados do tipo Vickers ou Berkovich, que ao penetrarem na superfície do material fornece simultaneamente resultados do comportamento plástico e elástico do material através de uma curva de tensão em função da deformação. Os parâmetros mais comuns obtidos nos ensaios de materiais através da indentação são a dureza e o módulo de elasticidade do material.²⁹ A dureza é a capacidade da superfície do material em resistir à penetração por uma ponta, sob uma carga específica.²⁹ Já o módulo de elasticidade descreve a relativa rigidez de um material, que pode ser calculado a partir da inclinação da tangente da curva utilizada no cálculo da dureza.³⁰ Para o material resinoso, o ideal seria um alto valor de

dureza, indicando maior polimerização do material, porém com módulo de elasticidade próximo ou ligeiramente inferior ao módulo da dentina, para facilitar a transmissão de forças na interface. Ambas propriedades mecânicas se relacionam indiretamente com o grau de conversão dos materiais resinosos, e em se tratando de regiões intracanal, esta polimerização é bastante questionável, especialmente para os materiais que possuem ativação pela luz. Dessa forma, o selamento do sistema dentina-cimento-pino pode ser comprometido pela degradação desta interface.³¹

Tendo em vista a variação estrutural da dentina após a irrigação com diferentes soluções bem como a dificuldade em prever o resultado da interação destas soluções com os diferentes materiais resinosos cimentantes torna-se desejável avaliar o efeito do pré-tratamento da dentina com agentes condicionantes em diferentes propriedades mecânicas, capacidade de selamento e resistência de união de cimentos resinosos à dentina intrarradicular nos diferentes terços do preparo (cervical, médio e apical). Os objetivos deste estudo foram: (1) Avaliar o efeito do pré-tratamento da dentina com soluções irrigadoras nas propriedades mecânicas (dureza e módulo de elasticidade) das diferentes estruturas da interface adesiva (cimento resinoso e dentina subjacente), nos diferentes terços da dentina intrarradicular (cervical, médio e apical), (2) avaliar a resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina intrarradicular submetida à diferentes soluções irrigantes, e (3) avaliar a capacidade de selamento da interface dentina-cimento-pino nos diferentes terços do preparo intrarradicular.

Capítulo 1

INFLUÊNCIA DE SOLUÇÕES IRRIGANTES NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE COMPONENTES DA INTERFACE ADESIVA NOS DIFERENTES TERÇOS DA DENTINA INTRARRADICULAR

2.1 Resumo

Objetivos: Avaliar as propriedades mecânicas (dureza Martens e módulo de elasticidade) dos componentes da interface adesiva (cimento resinoso e dentina subjacente) nos diferentes terços da dentina intrarradicular (cervical, médio e apical), submetidos a diferentes agentes condicionantes.

Métodos: Noventa pré-molares unirradiculares humanos foram utilizados neste estudo. Após obturação endodôntica e preparo para cimentação do pino, os mesmos foram divididos em cinco grupos experimentais (n=18), de acordo com o agente condicionante: água destilada, hipoclorito de sódio 5,25%, ácido poliacrílico 25%, clorexidina 2% e dispersão de nanopartículas de prata à 23ppm. Os grupos foram divididos em 3 subgrupos (n=6) de acordo com os materiais utilizados para cimentação adesiva dos pinos de fibra de vidro: Grupo SBU - sistema adesivo Scotchbond™ Universal + cimento resinoso RelyX ARC, Grupo U200 - cimento resinoso autoadesivo RelyX U200 e Grupo MCE - cimento resinoso autoadesivo Maxcem Elite. As propriedades mecânicas de dureza Martens e módulo de elasticidade foram mensuradas nas estruturas da interface adesiva (cimento resinoso e dentina subjacente) em ultramicrodurômetro digital DUH-211 (Shimadzu), sob ação de carga de 5 mN, nos diferentes terços da dentina intrarradicular (cervical, médio e apical). Os dados foram submetidos a testes estatísticos de normalidade e analisados pela ANOVA três critérios para medidas repetidas e teste de Fisher ($\alpha = 0,05$).

Resultados: Os resultados mostraram que na dentina, não houve diferença estatisticamente significativa nos diferentes terços da dentina intrarradicular em função das diferentes soluções

empregadas, com exceção do hipoclorito de sódio que apresentou maiores valores no terço apical, em comparação com os demais terços. Na análise dos cimentos resinosos, os maiores valores de dureza foram encontrados, de maneira geral, para o terço cervical. Quando utilizado a solução de nanopartícula de prata, foram obtidos, de modo geral, os maiores valores de dureza Martens e módulo de elasticidade nos agentes cimentantes para os grupos SBU e U200, com pouca ou nenhuma alteração nas propriedades mecânicas da dentina.

Conclusão: As propriedades mecânicas dos materiais adesivos e do substrato dentinário foram influenciadas pelas soluções condicionantes utilizadas, bem como pela profundidade intrarradicular analisada. A aplicação da solução de nanopartícula de prata parece ser uma opção viável para irrigação ou condicionamento da dentina intrarradicular previamente aos processos de cimentação dos pinos de fibra de vidro.

Palavras-chave: Dureza. Módulo de elasticidade. Cimentos de Resina. Adesivos dentinários. Polimerização. Nanopartículas. Prata.

INFLUENCE OF IRRIGATING AGENTS ON MECHANICAL PROPERTIES OF THE COMPONENTS OF BONDING INTERFACE IN DIFFERENTS REGIONS OF RADICULAR DENTIN SURFACE

2.2 Abstract

Objectives: The aim of this study was to evaluate the mechanical properties (Martens hardness and elastic modulus) of the components of the adhesive interface (underlying dentin and resin cement) in different regions of intraradicular dentin (cervical, middle and apical) submitted to different conditioning agents.

Methods: Ninety extracted single-rooted premolars human teeth were used in this study. After endodontic filling and mechanical preparation of root canal, they were divided into five groups (n=18), according to the conditioning agents: distilled water, 5.25% sodium hypochlorite, 25% polyacrylic acid, 2% chlorhexidine and 23 ppm silver nanoparticles dispersion. The groups were divided in 3 subgroups (n=6) according to the materials used for adhesive cementation of glass fiber posts: SBU group: Scotchbond™ Universal adhesive system + RelyX ARC resin cement; U200 groups: RelyX U200 self-adhesive resin cement; MCE group: Maxcem Elite self-adhesive resin cement. The mechanical properties of Martens hardness and elastic modulus were measured in the structures of the adhesive interface (resin cement and underlying dentin) in ultra-micro hardness tester DUH-211 (Shimadzu) under load of 5mN, in different thirds of radicular dentin surface (cervical, middle and apical). Data were subjected to normality statistical tests, 3-way ANOVA for repeated measures and Fisher's test ($\alpha=0.05$).

Results: The results showed that dentin, there was no statistically significant difference in different thirds of the intraradicular dentin according to the different solutions used, with the exception of sodium hypochlorite that showed higher values in the apical third, compared with the other thirds. In the resin cements analysis, higher hardness values were found, in general, for cervical third. When used silver nanoparticle solution, generally, the higher mechanical properties were obtained for resin cement for SBU and U200 Groups, with a little or no changes in mechanical properties for the dentin.

Conclusion: The mechanical properties of adhesive materials and underlying dentin are influenced by conditioning solutions used and the depth intraradical analyzed area. The silver nanoparticle application seems to be a viable option for irrigation or conditioning the intraradicular dentin previously the cementation process of glass fiber posts.

Key-words: Hardness. Elastic Modulus. Resin Cement. Adhesives. Polymerization. Silver. Nanoparticles.

2.3 Introdução*

A restauração de dentes tratados endodonticamente com pinos de fibras de vidro, quando a estrutura do remanescente dental não é capaz de fornecer um adequado suporte e retenção para a restauração, tem se tornado popular uma vez que este material apresenta um módulo de elasticidade próximo da dentina.^{1,2} Esta característica é importante pois minimiza os riscos de fratura radicular e as falhas não costumam ser catastróficas, quando elas ocorrem.¹ Provavelmente, a falha mais comum é o descolamento do pino causado pela complexidade da união à dentina do canal radicular.¹

Uma adequada adesão depende de muitos fatores desde o tratamento endodôntico até o material usado para a cimentação. Durante o preparo para cimentação do pino, *smear layer* é formada nas paredes do canal, levando a obstrução dos túbulos dentinários, podendo prejudicar a união adesiva do pino de fibra.² Além disso, a remoção da obturação radicular durante o preparo para cimentação do pino sem isolamento absoluto ou restaurações provisórias inadequadas poderia causar a invasão de microorganismos através dos fluidos orais para dentro do canal, que poderiam resultar em falhas no processo de união.²

Nestes casos, o uso de agentes condicionantes parece ser importante para garantir a minimização bacteriana e eliminação de tecidos orgânicos remanescentes³, uma vez que estudos têm mostrados baixos valores de resistência de união de cimentos resinosos autoadesivos à dentina intrarradicular.³ Este material tem capacidade limitada de condicionar o substrato dentinário, uma vez que a *smear layer* produzida no canal radicular é mais espessa e densa do que as observadas na dentina coronal.^{1,4,5}

Muitos produtos são usados atualmente como irrigantes de condutos radiculares, como água destilada, hipoclorito de sódio (NaOCl)^{2,6,7}, gluconato de clorexidina^{2,8}, ácido

* Normalização segundo a revista Journal of Dentistry (ANEXO C)

poliacrílico⁹ e mais recentemente, nanopartículas de prata.^{3,10,11} Cada produto apresenta diferentes propriedades, e por isso é importante estabelecer a compatibilidade de uma solução ideal para ser usado antes do processo de união, principalmente em situações onde não é possível realizar o preparo do conduto radicular na mesma sessão clínica da cimentação dos pinos de fibra de vidro. Porém, ainda existem poucas informações na literatura acerca do uso desses produtos previamente aos processos de adesão, particularmente em relação à dispersão de nanopartículas de prata.

As propriedades dos materiais e substratos envolvidos na restauração são importantes para garantir a longevidade da interface adesiva. A dureza Martens e o módulo de elasticidade estão relacionados indiretamente com o grau de conversão dos materiais resinosos. E neste caso, o ideal seria que o material apresentasse o maior valor de dureza, o que poderia estar relacionado à maior conversão do material, e um módulo de elasticidade semelhante ou levemente abaixo que o valor do módulo da dentina, para facilitar a transmissão das forças na interface.¹² Mas a influência de alguns agentes condicionantes nas propriedades mecânicas, tanto da dentina quanto do material de cimentação, durante o preparo intrarradicular previamente à cimentação dos pinos ainda não estão claros.

A proposta deste estudo foi avaliar as propriedades mecânicas (dureza Martens [HM] e módulo de elasticidade [Eit*]) dos componentes da interface adesiva (dentina subjacente e cimento resinoso) em diferentes regiões da dentina intrarradicular (cervical, médio e apical) submetidos a diferentes agentes condicionantes (água destilada, hipoclorito de sódio 5,25%, ácido poliacrílico 25%, clorexidina 2% e dispersão de nanopartículas de prata à 23 ppm). Três hipóteses nulas foram testadas: (1) que a aplicação dos diferentes agentes condicionantes não causaria mudanças nas propriedades mecânicas (HM e Eit*) do cimento resinoso e dentina subjacente; (2) que não haveria diferença entre as propriedades mecânicas dos

componentes da interface adesiva nos diferentes terços da dentina intrarradicular e (3) que não haveria diferença nas propriedades mecânicas de diferentes materiais utilizados no processo de cimentação em virtude da prévia aplicação dos agentes condicionantes.

2.4 Materiais e Método

Os materiais utilizados neste estudo estão listados na Tabela 1. O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP [processo nº 05142812.4.0000.5420 (ANEXO A)] e foi conduzido de acordo com as regulamentações sobre pesquisas em seres humanos do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde (Resolução nº 196, de 10 de Outubro de 1996), com o Código de Ética Profissional Odontológico, segundo a Resolução do Conselho Federal de Odontologia 179/93, com a Declaração de Helsinque II.

Noventa pré-molares unirradiculares humanos, extraídos por motivos periodontais ou ortodônticos, foram utilizados neste estudo. Foram excluídos da pesquisa todos os dentes com evidência clínica de cárie, reabsorção radicular, trincas ou fraturas.

Tratamento endodôntico

A coroa anatômica de todos os dentes foi removida, 1 mm acima da junção amelo-cementária, através de uma secção transversal, com disco de diamante em cortadeira de precisão Isomet 2000 (Buheler, Lake Bluff, IL, USA) em baixa velocidade, sob refrigeração (Figura 1).

Em seguida, os espécimes foram submetidos ao tratamento endodôntico. Os canais radiculares foram submetidos ao preparo biomecânico através das Técnicas *Crown-Down* e *Step-Back*. O comprimento de trabalho foi estabelecido visualmente, subtraindo-se 1 mm do

comprimento total de inserção de uma lima tipo Kerr #10 Flexofile, quando esta aparecia no forame apical. A instrumentação foi realizada manualmente, ao longo de todo o comprimento de trabalho, até a lima tipo Kerr #45 Flexofile, seguindo-se o acabamento do preparo com limas tipos Hedstroen até a lima #60, de modo escalonado natural e progressivo, utilizando-se como instrumento de memória uma lima tipo Kerr dois números inferiores à de maior calibre, empregada no preparo apical. Entre cada troca de lima, os condutos foram irrigados e o canal foi preenchido com solução irrigadora durante a fase de instrumentação. Para cada dente, 3 mL de solução de hipoclorito de sódio a 2,5% (solução de Labarraque, Apothicario, Araçatuba, SP, Brasil) foi utilizada. Após a irrigação final, os condutos foram aspirados e secos com cones de papel absorventes estéreis e obturados com cones de guta-percha (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) e cimento de hidróxido de cálcio Sealapex (Kerr, Orange, CA, EUA), pela técnica da condensação lateral ativa. Após a compactação da guta-percha, cortou-se o excesso com uma espátula pré-aquecida, seguindo-se a condensação vertical do material obturador. O acesso coronal foi selado com cimento à base de óxido de zinco / sulfato de zinco Coltosol (Vigodent, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Os dentes tratados endodonticamente foram armazenados em 100% de umidade, a 37°C, durante um período de 7 dias.

Preparo do espaço para a cimentação do pino

O sistema de pinos de fibra de vidro adotado para o estudo foi o Reforpost n.º 3 (Ângelus, Londrina, PR, Brasil). Para a cimentação dos pinos, um preparo intrarradicular foi confeccionado em todos os espécimes. Utilizando broca de largo n.º 2 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) em baixa velocidade, com a caneta de baixa rotação, foi removido o remanescente de guta-percha e confeccionado o espaço para a cimentação do pino, calibrada

na profundidade de ± 9 mm, tendo como referência a medida do comprimento de trabalho do dente, deixando sempre no mínimo 5 mm de remanescente de guta percha na porção apical. Em seguida, foi utilizada a broca de largo n.º 3 e 4, finalizando o preparo com a broca de largo n.º 5 cuja dimensão corresponde ao diâmetro do pino, garantindo sua adaptação ao conduto. Finalizado o preparo, os pinos foram provados para verificação da adaptação.

Tratamento da superfície do pino

Previamente ao procedimento adesivo, foi realizado a limpeza da superfície do pino de fibra de vidro, através do condicionamento com ácido fosfórico a 35% (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), por 60 segundos, seguido de lavagem abundante e secagem com jato de ar. Em seguida, a superfície do pino foi silanizada por 60 segundos (Ângelus). A partir desse momento, a superfície do pino não foi mais manipulada, para evitar contaminação.

Tratamento da dentina intrarradicular e cimentação dos pinos

Os preparos foram irrigados com 2 mL de solução de água destilada, para remoção dos restos de guta-percha e manutenção da umidade do meio. Previamente ao procedimento adesivo, secou-se o conduto com jato de ar e cones de papel absorvente.

Os espécimes foram divididos, através de um sorteio aleatório, em 5 grupos (n=18), de acordo com os agentes condicionantes utilizados: água destilada, hipoclorito de sódio 5,25%⁶ (Apothecario, Araçatuba, SP, Brasil), ácido poliacrílico 25%⁹ (SDI, Bayswater, Austrália), clorexidina 2%⁸ (Apothecario) e dispersão de nanopartículas de prata à 23 ppm³ (Khemia, São Paulo, SP, Brasil). Para a irrigação ativa dos preparos para cimentação do pino utilizou 5 ml de cada solução durante 60 segundos.

Após a irrigação, os espécimes foram divididos aleatoriamente em 3 subgrupos (n=6), de acordo com o processo de cimentação utilizado:

- **Grupo SBU:** Os condutos radiculares foram secos com cone de papel absorvente e o adesivo Scotchbond™ Universal (3M ESPE) foi aplicado juntamente com Scotchbond™ Universal Dual Cure Activator. Uma gota de cada solução foi misturada durante 5 segundos e aplicado ativamente dentro do preparo com o auxílio de um pincel tipo microbrush durante 20 segundos. Em seguida, secou-se o adesivo durante 5 segundos para evaporação do solvente e o excesso foi removido utilizando cones de papel absorvente. O material foi fotoativado por 10 segundos, utilizando fotopolimerizador VALO® Cordless (Ultradent, UT, EUA). O cimento resinoso convencional RelyX ARC (3M ESP) foi manipulado por 10 segundos e inserido no conduto radicular com auxílio de uma lima endodôntica #15. Em seguida, foi aplicado cimento sobre a superfície tratada do pino e levado em posição no interior do conduto, sendo removidos os excessos de cimento. Por fim o cimento resinoso foi fotoativado por 40 segundos pela superfície oclusal utilizando o fotopolimerizador VALO® Cordless (Ultradent).

- **Grupo U200:** Os condutos radiculares foram secos com cones de papel absorvente e o cimento resinoso autoadesivo RelyX U200 (3M ESPE) foi manipulado e inserido no conduto radicular com auxílio de uma lima endodôntica #15. O cimento também foi aplicado na superfície do pino de fibra de vidro, sendo o mesmo levado em posição no interior do conduto, e removido os excessos de cimento. Por fim o cimento resinoso foi fotoativado por 40 segundos pela superfície oclusal.

- **Grupo MCE:** Os condutos radiculares foram secos com cones de papel absorvente e o cimento resinoso autoadesivo Maxcem Elite (Kerr) foi aplicado diretamente no preparo para o pino com auxílio de uma ponta misturadora. O cimento também foi aplicado na

superfície do pino de fibra de vidro, sendo o mesmo levado em posição no interior do conduto, e removido os excessos de cimento. Por fim o cimento resinoso foi fotoativado por 40 segundos pela superfície oclusal.

Após o processo de cimentação dos pinos, os dentes tiveram a porção coronária selada com a resina composta Filtek Z350 XT (3M ESPE) e então os dentes foram armazenados em água destilada por 7 dias.^{13,14}

Os dentes foram submetidos à ciclagem térmica (12000 ciclos, 5 e 55°C, com tempo de permanência de 30 segundos e tempo de transferência de 2 segundos) utilizando uma máquina de simulação de ciclos térmicos MSCT- 3 Plus (Marcelo Nucci, São Carlos, SP, Brasil).¹⁵

Análise das propriedades mecânicas

Após a ciclagem térmica, os espécimes foram cortados perpendicularmente ao longo eixo, com disco diamantado montado em cortadeira de precisão Isomet 2000 (Buehler), obtendo uma fatia de aproximadamente 1,0 mm de cada terço a ser analisado (terços cervical, médio e apical). As fatias foram embutidas em resina acrílica (Clássico, São Paulo, SP, Brasil), desgastadas manualmente com lixas abrasivas de granulação #320, 600, 800 e 1200 (Extec Corp, Enfield, CT, EUA) e então polidas com pastas diamantadas (6, 3 e 1µm) por um período de 4 minutos cada etapa. As amostras foram limpas em cuba ultrassônica (modelo 2210, Branson Ultrasonic Corp., Danbury CT, EUA) com água deionizada durante 2 minutos entre as lixas e pastas e ao final do processo.

A superfície preparada foi levada ao Ultramicrodurômetro Digital DUH-211 (Shimadzu, Kyoto, Japão) para verificação da dureza Martens (HM) e módulo de elasticidade (Eit*), sob ação de carga de 5 mN a uma velocidade de 1,5 mN/s, com tempo de manutenção

de carga de 1 segundo, nas seguintes regiões da interface adesiva: cimento resinoso e dentina subjacente à interface de união. A ponta indentadora utilizada foi a Vickers, sendo realizadas três leituras em cada região.

Essas grandezas foram obtidas a partir de um ciclo completo de carregamento e descarregamento de cargas. A HM é definida através da seguinte fórmula, na qual $F_{\text{máx}}$ é a carga máxima e h a profundidade de penetração da ponta:

$$HM = \frac{F_{\text{máx}}}{26,43 h^2}$$

O módulo de elasticidade (E_{it^*}) é calculado segundo a equação:

$$\frac{1}{E_r} = \frac{(1-\nu^2)}{E_{it}} + \frac{(1-\nu_i^2)}{E_i} \quad E_{it^*} = \frac{E_{it}}{1-\nu^2}$$

Onde ν e ν_i são respectivamente, os coeficiente de Poisson (definida como a razão entre as deformações específicas transversal e longitudinal) da amostra e do indentador; e E_i é o módulo de elasticidade do indentador. No nosso caso, $E_i = 1141\text{GPa}$ e $\nu_i = 0,07$.

Neste estudo, os valores do módulo de elasticidade (E_{it^*}) e dureza Martens (HM) foram calculados automaticamente através do software do equipamento.

Os dados das propriedades mecânicas foram submetidos ao teste de normalidade e as médias comparadas pela Análise de Variância três critérios para medidas repetidas, considerando como fatores de estudo as soluções condicionantes (em cinco níveis), os diferentes terços da dentina intrarradicular (em três níveis) e o material de cimentação utilizado (em três níveis). Em seguida, o teste PLSD de Fisher ($\alpha=0,05$) foi também aplicado.

2.5 Resultados

Dentina

A Tabela 2 mostra os valores de HM e Eit* nos diferentes terços da dentina intrarradicular, em função das diferentes soluções empregadas. Não houve diferença estatisticamente significativa na comparação entre as regiões em todas as condições experimentais, para ambas as propriedades analisadas ($p > 0,05$), à exceção da dentina irrigada com hipoclorito de sódio, onde o terço apical apresentou valores de HM superiores aos terços cervical e médio ($p < 0,05$) independente do material utilizado na cimentação. O efeito da aplicação dos diferentes agentes condicionantes foi evidenciado apenas na análise do Eit*, onde a irrigação com clorexidina propiciou diminuição nos valores do Eit* da dentina em comparação à solução de nanopartícula de prata em todas as regiões estudadas ($p < 0,05$).

Cimentos Resinosos

As Tabelas 3 (Grupo SBU), 4 (Grupo U200) e 5 (Grupo MCE) mostram a HM e o Eit* dos cimentos resinosos, nos diferentes terços da dentina intrarradicular. Para o grupo SBU, houve diminuição nos valores de HM no terço apical quando da prévia irrigação com hipoclorito de sódio e ácido poliacrílico, em comparação ao terço cervical ($p < 0,05$). O mesmo fenômeno ocorreu na análise do Eit*, quando da prévia irrigação com clorexidina ou hipoclorito de sódio ($p < 0,05$). Na comparação entre as soluções, independente do terço analisado, os maiores valores foram encontrados quando da prévia aplicação das nanopartículas de prata (Tabela 3), com exceção para o terço apical, na água destilada.

Para o grupo U200, a aplicação prévia de clorexidina causou diminuição nas propriedades mecânicas de HM e Eit* nos terços médio e apical, em comparação ao terço cervical ($p < 0,05$). Na análise do terço cervical, não houve diferença em ambas as

propriedades mecânicas após o condicionamento com as diferentes soluções utilizadas ($p>0,05$). No entanto, nos terços médio e apical, de uma maneira geral, as propriedades mecânicas do cimento resinoso após a prévia aplicação da solução de nanopartícula de prata apresentou maiores valores em comparação às demais soluções (Tabela 4).

Para o grupo MCE, houve, de uma maneira geral, diminuição nas propriedades mecânicas do cimento no sentido cérvico-apical, especialmente no Eit* (Tabela 5), à exceção dos grupos onde foi realizada a prévia aplicação de ácido poliacrílico e nanopartícula de prata ($p>0,05$). Não houve interferência das diferentes soluções irrigadoras nas propriedades mecânicas desse material, na comparação ao grupo controle para todas as regiões estudadas ($p>0,05$).

2.6 Discussão

Dureza e módulo de elasticidade são propriedades mecânicas que podem ser utilizadas para avaliar de forma indireta, o grau de conversão de materiais, e conseqüentemente, a eficácia de sua polimerização.¹⁶⁻¹⁸ O presente estudo avaliou a dureza Martens, cujo cálculo utiliza tanto a deformação plástica como elástica, e o módulo de elasticidade regional (terços cervical, médio e apical) das seguintes estruturas: cimento resinoso e dentina subjacente à interface de união. De uma maneira geral, os resultados mostraram que as propriedades mecânicas dos componentes da interface adesiva são dependentes das soluções condicionantes, rejeitando-se, dessa maneira, a primeira hipótese nula do estudo. Além disso, as propriedades mecânicas também apresentaram variações no decorrer do preparo do canal, apresentando diferença entre os terços radiculares analisados, rejeitando-se também a segunda hipótese nula do estudo.

A aplicação de soluções com potencial antibacteriano e/ou condicionante seria interessante clinicamente especialmente em casos onde a cimentação dos retentores intrarradiculares não puder ser realizada na mesma sessão clínica da desobturação do canal. No entanto, seria importante que essa solução não fosse capaz de alterar as propriedades mecânicas da dentina, pois essas alterações poderiam influenciar no comportamento da interface dentina-restauração,^{19,20} além de reduzir a resistência à fratura da raiz.^{20,21} Como o efeito da aplicação dessas soluções na dentina independe do agente de cimentação escolhido, a análise das propriedades da dentina foram realizadas de maneira generalizada, independente do tipo de material resinoso utilizado (Tabela 2). Pôde-se observar que o efeito das soluções ocorreu de maneira independente das regiões analisadas, exceto para a solução de hipoclorito de sódio. Embora as soluções não tenham causado alterações estatisticamente significantes na HM, a dentina irrigada com solução de nanopartícula de prata apresentou maiores valores em comparação à todas as soluções (Tabela 2). A nanopartícula de prata é um metal conhecido pela sua atividade antibacteriana de amplo espectro contra bactérias Gram-positivo, Gram-negativos, fungos, protozoários e certos vírus.²² Ela tem sido utilizada para prevenir a colonização bacteriana em diferentes superfícies, como cateteres, próteses e roupas;²³ e pode ser utilizada ainda para diminuir a infecção em queimaduras²⁴ e no tratamento da água.²⁵

A clorexidina, no entanto, embora também tenha efeito antibacteriano comprovado,^{2,26,27} diminuíram o Eit* da dentina em relação a nanopartícula de prata, quando utilizada no preparo intrarradicular (Tabela 2).^{20,28-32} A clorexidina é um composto catiônico que tem a capacidade de se ligar as moléculas aniônicas, como o fosfato presente na hidroxiapatita. Considerando que o fosfato está presente no complexo carbonato de cálcio da dentina, a clorexidina poderia induzir alterações na relação Ca-P, o que poderia explicar os menores valores da propriedade mecânica da dentina tratada com esta solução.³³ Com base

nesses achados, podemos sugerir que a solução de nanopartícula de prata seria uma boa alternativa para irrigação do preparo, uma vez que apresenta atividade bacteriana comprovada³ e não foi capaz de alterar as propriedades mecânicas da dentina.

A aplicação do hipoclorito de sódio e ácido poliacrílico não causaram alterações nos valores de HM e Eit* da dentina, em comparação ao grupo controle (Tabela 2). O hipoclorito de sódio, além do seu excelente potencial antimicrobiano, tem a capacidade de dissolver os tecidos orgânicos da dentina,^{20,25} como colágeno e íons de magnésio e fosfato.²⁴ O ácido poliacrílico, por sua vez, seria capaz de promover uma limpeza na superfície e aumentar a capacidade de umedecimentos do substrato.^{9,34} Este ácido é capaz de remover parcialmente a *smear layer*,^{9,35} deixando a fase mineral da dentina, aumentando assim, a reação química entre o material e o substrato.³⁶ No entanto, no presente estudo, estas possíveis alterações não refletiram na alteração das propriedades mecânicas da dentina. Como a análise das propriedades mecânicas foi avaliada na dentina subjacente à interface de união e não especificamente sobre a dentina condicionada, estudos futuros deveriam elucidar melhor o efeito desses agentes no tecido dentinário intrarradicular.

Na comparação dos diferentes terços da dentina intrarradicular, o terço apical apresentou, de maneira geral, maiores valores de HM. No entanto, a diferença só foi estatisticamente significativa no grupo irrigado com hipoclorito de sódio (Tabela 2). Esclerose apical,¹³ fatores de configuração da cavidade,^{14,37} dificuldade de visualização e acesso à parte apical³⁸ poderiam dificultar o contato adequado das soluções no terço apical.²⁹ Dessa forma, o terço cervical seria mais susceptível ao contato com os agentes condicionantes, com maior probabilidade de desmineralização nessa região.^{38,39} No entanto, essas possíveis alterações foram pouco evidenciadas no presente estudo.

No preparo do conduto intrarradicular seria importante que as soluções antibacterianas ou com potencial ação condicionante dentinária, além de não alterar as propriedades mecânicas da dentina, também não interferissem nos processos de polimerização dos agentes cimentantes utilizados. Sendo assim, o presente estudo, avaliou também o efeito desses agentes condicionantes nas propriedades mecânicas de três agentes cimentantes resinosos utilizados na fixação de retentores intrarradiculares. Em geral, para os grupos SBU e U200, a prévia irrigação do conduto com a solução de nanopartícula de prata apresentou os maiores valores de HM e Eit*. (Tabelas 3, 4 e 5).

Ainda não existem estudos na literatura avaliando o grau de conversão de materiais resinosos quando utilizados em associação com a solução de nanopartículas de prata. Segundo Ahn e colaboradores (2009)⁴⁰, a incorporação de nanopartículas de prata à adesivos ortodônticos não afetou a resistência de união dos mesmos, o que poderia indicar que não houve interferência no grau de conversão do material. Assim, podemos sugerir que o grau de conversão dos materiais utilizados neste estudo não foi influenciado pela solução de nanopartícula de prata, o que seria uma ótima opção para utilização dessa solução antes da cimentação de pinos de fibra de vidro.

No grupo SBU, houve diminuição nos valores de HM e Eit* no terço apical quando da prévia irrigação com hipoclorito de sódio, em comparação ao terço cervical (Tabela 3). O hipoclorito de sódio é capaz de remover os componentes orgânicos da dentina, incluindo o colágeno, e aumenta a penetração dos monômeros na estrutura de dentina desmineralizada e túbulos dentinários. No entanto, após a sua aplicação na dentina, o hipoclorito de sódio se decompõe em cloreto de sódio e oxigênio. Este último por sua vez, geralmente, provoca forte inibição de polimerização do material adesivo na interface adesiva.⁴¹⁻⁴³ A geração de bolhas

de oxigênio na interface material-dentina também podem interferir a infiltração do material adesivo no interior dos túbulos e dentina desmineralizada.⁴¹ Além disso, nos terços mais profundos, o hipoclorito de sódio não teria sido capaz de remover a *smear layer*, que poderia atuar como uma barreira na dentina, reduzindo a permeabilidade da dentina aos agentes de união.⁴³

A prévia irrigação do conduto radicular com clorexidina causou diminuição nas propriedades mecânicas do cimento resinoso RelyX U200, nos terços médio e apical (Tabela 4). O mesmo fenômeno ocorreu na análise do Eit* do grupo SBU (Tabela 3). A utilização da clorexidina poderia formar precipitados resultantes da reação entre o fosfato presente na dentina e a solução. Estes precipitados formaria uma barreira física, reduzindo assim a interação entre o material cimentante e a superfície de dentina.⁴⁴ Nos terços mais profundos, o acúmulo desses precipitados seria maior devido à própria configuração do preparo e a dificuldade de visualização e acesso nesta região.³⁸ E como esses grupos são compostos de materiais autocondicionantes e autoadesivos, o benéfico efeito da clorexidina em minimizar a degradação do colágeno frente à ação das MMPs⁴⁵ ficaria pouco evidenciado.

Para o grupo MCE, não houve interferência das diferentes soluções irrigadoras nas propriedades mecânicas desse material, na comparação ao grupo controle para todas as regiões estudadas (Tabela 5). Houve, de uma maneira geral, diminuição nas propriedades mecânicas do cimento no sentido cérvico-apical, à exceção dos grupos onde foi realizada a prévia aplicação de ácido poliacrílico e nanopartícula de prata (Tabela 5). O fato dos cimentos resinosos apresentarem maiores propriedades no terço cervical também foram encontradas em outras situações (Tabelas 3 e 4).

Embora todos os materiais utilizados são classificados como materiais de dupla ativação, a proximidade da fonte de irradiação é um fator determinante na extensão da polimerização^{46,47}, uma vez que a luz não tem a capacidade de alcançar as regiões mais profundas do preparo. Como consequência, os materiais resinosos podem não ser totalmente polimerizados em algumas regiões. Sendo assim, nessas regiões mais apicais, a polimerização não ocorre de forma homogênea. No caso específico do grupo SBU, que utilizou o adesivo universal ScotchbondTM Universal Adhesive juntamente com o otimizador ScotchbondTM Universal Dual Cure Activator e o cimento resinoso dual RelyX ARC, segundo o fabricante, o otimizador permitiria que o sistema adesivo seja compatível com os cimentos resinosos duais ou químicos, permitindo a sua polimerização, porém não torna o adesivo que é exclusivamente fotoativado em um adesivo dual. Uma vez que o adesivo pode não estar adequadamente polimerizado nos terços mais profundos, monômeros ácidos residuais que estão presentes na camada adesiva, reagiria com a amina terciária do cimento resinoso, que possui pH alcalino. Dessa forma, a amina seria neutralizada, e o peróxido de benzoíla do cimento não seria reduzido, reação responsável pela polimerização do compósito.^{49,50} Além disso, a utilização de pinos translúcidos poderia transmitir de forma mais eficaz a luz em direção aos terços médio e apical, favorecendo a polimerização, uma vez que estes pinos poderiam absorver, refletir e dispersar a luz através do conduto radicular.

O grupo MCE apresentou, de maneira geral, propriedades mecânicas superiores de HM e Eit* em comparação aos outros materiais utilizados, rejeitando-se assim, a terceira hipótese nula do estudo. Estudos prévios^{52,53} demonstraram que o cimento resinoso autoadesivo Maxcem Elite apresentou maiores valores de grau de conversão quando comparados com o cimento resinoso RelyX Unicem ou RelyX U200, independente do modo de ativação, fotoativado ou apenas ativação química. Isso poderia explicar os maiores valores

de dureza para o cimento Maxcem Elite. No entanto, vale ressaltar que uma maior propriedade mecânica do material não necessariamente se traduz por uma interface de união mais estável ao longo do tempo.

Apesar de o presente trabalho ter utilizado pré-molares unirradiculares com o mesmo padrão, existem ainda fatores limitantes que deveriam ser levados em consideração, como a dificuldade de realizar os procedimentos principalmente em regiões de difícil acesso e a não homogeneidade do substrato. Dessa forma, estudos futuros são necessários a fim de se complementar as discussões em torno do processo de cimentação intracanal, como a utilização de pinos translúcidos.

2.7 Conclusão

Baseado na metodologia realizada, e nos resultados obtidos nesse estudo, é possível concluir que, as propriedades mecânicas de dureza Martens e módulo de elasticidade, do cimento resinoso e substrato dentinário são influenciados pela solução condicionante, bem como pela profundidade intrarradicular. Houve uma tendência de quando utilizada a solução de nanopartícula de prata, dos cimentos resinosos SBU e U200 apresentar maiores valores nas propriedades analisadas, com pouca alteração na dentina subjacente, o que poderia conduzir à realização de um protocolo de utilização dessa solução antes da cimentação de pinos de fibra de vidro.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro (Processo nº 2012/12771-9).

2.8 Referências[†]

1. Faria-e-Silva AL, Menezes Mde S, Silva FP, Reis GR, Moraes RR. Intra-radicular dentin treatments and retention of fiber posts with self-adhesive resin cements. *Brazilian Oral Research* 2013;**27**:14-9.
2. Ertas H, Ok E, Uysal B, Arslan H. Effects of different irrigating solutions and disinfection methods on push-out bond strengths of fiber posts. *Acta Odontologica Scandinavica* 2014;**72**:783-7.
3. Gomes-Filho JE, Silva FO, Watanabe S, Cintra LT, Tendoro KV, Dalto LG, Pacanaro SV, Lodi CS, de Melo FF. Tissue reaction to silver nanoparticles dispersion as an alternative irrigating solution. *Journal of Endodontics* 2010;**36**:1698-702.
4. Barcellos DC, Batista GR, Silva MA, Rangel PM, Torres CR, Fava M. Evaluation of bond strength of self-adhesive cements to dentin with or without application of adhesive systems. *Journal of Adhesive Dentistry* 2011;**13**:261-5.
5. Brunzel S, Yang B, Wolfart S, Kern M. Tensile bond strength of a so-called self-adhesive luting resin cement to dentin. *Journal of Adhesive Dentistry* 2010;**12**:143-50.
6. Gu XH, Mao CY, Liang C, Wang HM, Kern M. Does endodontic post space irrigation affect smear layer removal and bonding effectiveness? *European Journal of Oral Sciences* 2009;**117**:597-603.
7. Wu D, Fan W, Kishen A, Gutmann JL, Fan B. Evaluation of the antibacterial efficacy of silver nanoparticles against *Enterococcus faecalis* biofilm. *Journal of Endodontics* 2014;**40**:285-90.

[†] Referências identificadas no texto em números arábicos sobrescritos e numeradas consecutivamente na ordem em que aparecem citadas no texto (ANEXO C)

8. Leitune VC, Collares FM, Werner Samuel SM. Influence of chlorhexidine application at longitudinal push-out bond strength of fiber posts. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 2010;**110**:e77-81.
9. Pavan S, dos Santos PH, Berger S, Bedran-Russo AK. The effect of dentin pretreatment on the microtensile bond strength of self-adhesive resin cements. *Journal of Prosthetic Dentistry* 2010;**104**:258-64.
10. Kasraei S, Sami L, Hendi S, Alikhani MY, Rezaei-Soufi L, Khamverdi Z. Antibacterial properties of composite resins incorporating silver and zinc oxide nanoparticles on *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus*. *Restorative Dentistry & Endodontics* 2014;**39**:109-14.
11. Khan M, Khan ST, Khan M, Adil SF, Musarrat J, Al-Khedhairi AA, Al-Warthan A, Siddiqui MR, Alkhatlan HZ. Antibacterial properties of silver nanoparticles synthesized using *Pulicaria glutinosa* plant extract as a green bioreductant. *International Journal of Nanomedicine* 2014;**9**:3551-65.
12. Suzuki TY, Gomes-Filho JE, Gallego J, Pavan S, Dos Santos PH, Briso ALF. Mechanical properties of components of the bonding interface in different regions of radicular dentin surfaces. *Journal of Prosthetic Dentistry* 2015;**113**:54-61.
13. Paqué F, Luder HU, Sener B, Zehnder M. Tubular sclerosis rather than the smear layer impedes dye penetration into the dentine of endodontically instrumented root canal. *International Endodontic Journal* 2006;**39**:18-25.
14. Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *Journal of Endodontics* 2005;**31**:584-9.

15. Passos SP, Valadro LF, Bottino MA, Santos MJ, Santos GC Jr. Shear bond strength of resin cement bonded to alumina ceramic after treatment by aluminum oxide sandblasting or silica coating. *Journal of Prosthodontics* 2011;**20**:561-5.
16. Ferracane JL. Correlation between hardness and degree of conversion during the setting reaction of unfilled dental restorative resins. *Dental Materials* 1985;**1**:11-14.
17. De Wald JP, Ferracane JL. A comparison of four modes of evaluating depth of cure of light-activated composites. *Journal of Dental Research* 1987;**66**:727-30.
18. Kim YK, Kim SK, Kim KH, Kwon TY. Degree of conversion of dual-cured resin cement light-cured through three fiber posts within human root canals: an ex vivo study. *International Endodontic Journal* 2009;**42**:667-74.
19. Marshall Júnior GW, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *Journal of Dentistry* 1997;**25**:441-58.
20. Marcelino APM, Bruniera JF, Rached-Junior FA, Silva SRC, Messias DC. Impact of chemical agents for surface treatment on microhardness and flexural strength of root dentin. *Brazilian Oral Research* 2014;**28**:1-6.
21. Viapiana R, Sousa-Neto MD, Souza-Gabriel AE, Alfredo E, Silva-Sousa YTC. Microhardness of radicular dentin treated with 980-nm diode laser and different irrigant solutions. *Photomedicine and Laser Surgery* 2012;**30**:102-6.
22. Balazs DJ, Triandafillu K, Wood P, Chevolut Y, van Delben C, Harms H, Hollenstein C, Mathieu HJ. Inhibition of bacterial adhesion on PVC endotracheal tubes by RF-oxygen glow discharge, sodium hydroxide and silver nitrate treatments. *Biomaterials* 2004;**25**:2139-51.
23. Foldbjerga R, Olesena P, Hougaardb M, Danga DA, Hoffmannc HJ, Autrupa H. PVPcoated silver nanoparticles and silver ions induce reactive oxygen species, apoptosis and necrosis in THP-1 monocytes. *Toxicology Letters* 2009;**190**:156-62.

24. Parikh DV, Fink T, Rajasekharan K, Sachinvala ND, Sawhney APS, Calamari TA, Parikh AD. Antimicrobial silver/sodium carboxymethyl cotton dressings for burn wounds. *Textile Research Journal* 2005;**75**:134-8.
25. Chou WL, Yu DG, Yang MC. The preparation and characterization of silverloading cellulose acetate hollow fiber membrane for water treatment. *Polymers for Advanced Technologies* 2005;**16**:600-7.
26. André CB, Gomes BP, Duque TM, Stipp RN, Chan DC, Ambrosano GM, Giannini M. Dentine bond strength and antimicrobial activity evaluation of adhesive systems. *Journal of Dentistry* 2015;**43**:466-75.
27. Cecchin D, Farina AP, Giacomini M, Vidal Cde M, Carlini-Júnior B, Ferraz CC. Influence of chlorhexidine application time on the bond strength between fiber posts and dentin. *Journal of Endodontics* 2014;**40**:2045-8.
28. Oliveira LD, Carvalho CA, Nunes W, Valera MC, Camargo CH, Jorge AO. Effects of chlorhexidine and sodium hypochlorite on the microhardness of root canal dentin. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 2007;**104**:e125-8.
29. Prabhakar A, Taur S, Hadakar S, Sugandhan S. Comparison of antibacterial efficacy of calcium hydroxide paste, 2% chlorhexidine gel and turmeric extract as an intracanal medicament and their effect on microhardness of root dentin: an in vitro study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2013;**6**:171-7.
30. Aslantas EE, Buzoglu HD, Altundasar E, Serper A. Effect of EDTA, sodium hypochlorite, and chlorhexidine gluconate with or without surface modifiers on dentin microhardness. *Journal of Endodontics* 2014;**40**:876-9.

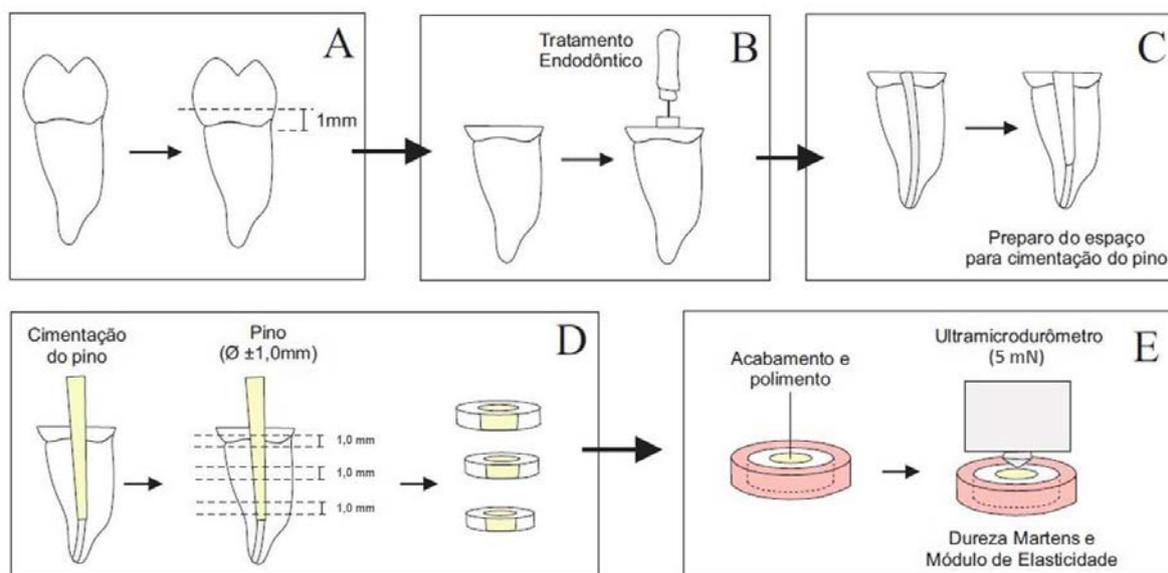
31. Ghisi AC, Kopper PM, Baldasso FE, Stürmer CP, Rossi-Fedele G, Steier L, Figueiredo JA, Morgental RD, Vier-Pelisser FV. Effect of super-oxidized water, sodium hypochlorite and EDTA on dentin microhardness. *Brazilian Dental Journal* 2014;**25**:420-4.
32. Yassen GH, Eckert GJ, Platt JA. Effect of intracanal medicaments used in endodontic regeneration procedures on microhardness and chemical structure of dentin. *Restorative Dentistry & Endodontics*. 2015;**40**:104-12.
33. Pascon FM, Kantovitz KR, Soares LES, Santo AME, Martin AA, Puppim-Rontani RM. Morphological and chemical changes in dentin after using endodontic agents: Fourier transform Raman spectroscopy, energy-dispersive x-ray fluorescence spectrometry, and scanning electron microscopy study. *Journal of Biomedical Optics* 2012;**17**:075008.
34. Tanumiharja M, Burrow MF, Tyas MJ. Microtensile bond strengths of glass ionomer (polyalkenoate) cements to dentine using four conditioners. *Journal of Dentistry* 2000;**28**:361-6.
35. Tonial D, Ghiggi PC, Lise AA, Burnett LH Jr, Oshima HM, Spohr AM. Effect of conditioner on microtensile bond strength of self-adhesive resin cements to dentin. *Stomatologija* 2010;**12**:73-9.
36. Stona P, Borges GA, Montes MA, Júnior LH, Weber JB, Spohr AM. Effect of polyacrylic acid on the interface and bond strength of self-adhesive resin cements to dentin. *Journal of Adhesive Dentistry* 2013;**15**:221-7.
37. Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC, Tay F, Ferrari M. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *European Journal of Oral Sciences* 2004;**112**:353-61.

38. De Durão Mauricio PJ, Gonzáles-López S, Aguilar_Mendoza JÁ, Féliz S, Gonzáles-Rodríguez MP. Comparison of regional bond strength in root thirds among fiber-reinforced posts luted with different cements. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials* 2007;**83**:364-72.
39. Teixeira CS, Silva-Sousa YT, Sousa-Neto MD. Bond strength of fiber posts to weakened roots after resin restoration with different light-curing times. *Journal of Endodontics* 2009;**35**:1034-9.
40. Ahn SJ, Lee SJ, Kook JK, Lim BS. Experimental antimicrobial orthodontic adhesives using nanofillers and silver nanoparticles. *Dental Materials* 2009;**25**:206–13.
41. Ari H, Yaşar E, Belli S. Effects of NaOCl on bond strengths of resin cements to root canal dentin. *Journal of Endodontics* 2003;**29**:248-51.
42. Demiryürek EO, Külünk S, Saraç D, Yüksel G, Bulucu B. Effect of different surface treatments on the push-out bond strength of fiber post to root canal dentin. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 2009;**108**:e74-80.
43. Tuncdemir AR, Yildirim C, Ozcan E, Polat S. The effect of a diode laser and traditional irrigants on the bond strength of self-adhesive cement. *Journal of Advanced Prosthodontics* 2013;**5**:457-63.
44. Di Hipólito V, Rodrigues FP, Piveta FB, Azevedo Lda C, Bruschi Alonso RC, Silikas N, Carvalho RM, De Goes MF, Perlatti D'Alpino PH. Effectiveness of self-adhesive luting cements in bonding to chlorhexidine-treated dentin. *Dental Materials* 2012;**28**:495-501.
45. Breschi L1, Mazzoni A, Nato F, Carrilho M, Visintini E, Tjäderhane L, Ruggeri A Jr, Tay FR, Dorigo Ede S, Pashley DH. Chlorhexidine stabilizes the adhesive interface: a 2-year in vitro study. *Dental Materials* 2010;**26**:320-5.

46. Baena E, Fuentes MV, Garrido MA, Rodríguez J, Ceballos L. Influence of post-cure time on the microhardness of self-adhesive resin cements inside the root canal. *Operative Dentistry* 2012;**37**:548-56.
47. Yoldas O, Alaçam T. Microhardness of composites in simulated root canals cured with light transmitting posts and glass-fiber reinforced composite posts. *Journal of Endodontics* 2005;**31**:104-6.
48. Roberts HW, Leonard DL, Wanderwalle KS, Cohen ME, Charlton DG. The effect of a translucent post on resin composite depth of cure. *Dental Materials* 2004;**20**:617-22.
49. Cheong C, King NM, Pashley DH, Ferrari M, Toledano M, Tay FR. Incompatibility of self-etch adhesives with chemical/dual-cured composites: two-step vs one-step systems. *Operative Dentistry* 2003;**28**:747-55.
50. Tay FR, Pashley DH, Yiu CK, Sanares AM, Wei SH. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part I. Single-step self-etching adhesive. *The Journal of Adhesive Dentistry* 2003;**5**:27-40.
51. Reginato CF, Oliveira AS, Kaizer MR, Jardim PS, Moraes RR. Polymerization efficiency through translucent and opaque fiber posts and bonding to root dentin. *Journal of Prosthodontic Research* 2013;**57**:20-3.
52. Moraes RR, Boscato N, Jardim PS, Schneider LF. Dual and self-curing potential of self-adhesive resin cements as thin films. *Operative Dentistry* 2011;**36**:635-42.
53. D'Alpino PH, Silva MS, Vismara MV, Di Hipólito V, Miranda González AH, de Oliveira Graeff CF. The effect of polymerization mode on monomer conversion, free radical entrapment, and interaction with hydroxyapatite of commercial self-adhesive cements. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials* 2015;**46**:83-92.

FIGURA

Figura 1. Esquema do delineamento experimental adotado neste estudo.



(A) Remoção da coroa anatômica dos dentes, 1mm acima da junção alveolodentária. (B) Tratamento endodôntico e obturação com cones de guta percha e cimento de hidróxido de cálcio. (C) Preparo do espaço intracanal com soluções condicionantes para a cimentação do pino de fibra de vidro. (D) Cimentação dos pinos de fibra de vidro, com obtenção de fatia de aproximadamente 1,0 mm de cada terço a ser analisado (cervical, médio e apical). (E) Mensuração da dureza Martens e módulo de elasticidade (Eit*), com carga de 5 mN.

TABELAS

Tabela 1. Adesivos e cimentos resinosos utilizados neste estudo.

Marca comercial	Produto	Lote #	Composição*	Fabricante
Scotchbond Universal Adhesive	Sistema adesivo autocondicionante	1314900467	Monômero fosfato MDP, resinas dimetacrilato, HEMA, copolímero Vitrebond™, partículas de carga, etanol, água, iniciadores, silano.	3M ESPE, St. Paul, MN, EUA
Scotchbond Universal DCA	Otimizador	1312701068	Sulfinato p-tolueno de sódio, etanol.	3M ESPE, St. Paul, MN, EUA
RelyX ARC	Cimento resinoso convencional	1309200341	<u>Pasta base:</u> Bis GMA, TEGDMA, Peróxido de Benzoila. <u>Pasta Catalisadora:</u> Bis GMA, TEGDMA, Amina, Sistema Fotoativador. Carga: Zircônia Sílica 67,5% p	3M ESPE, St. Paul, MN, EUA
RelyX U200	Cimento resinoso autoadesivo	491941	<u>Pasta base:</u> monômeros de metacrilato contendo grupos de ácidos fosfóricos, monômeros de metacrilatos, partículas de carga silanizados, componentes iniciadores, estabilizadores, aditivos reológicos. <u>Pasta catalisadora:</u> monômeros de metacrilatos, partículas de carga alcalino (básico), partículas silanizadas, componentes iniciadores, estabilizadores, pigmentos, aditivos reológicos.	3M ESPE, St. Paul, MN, EUA
Maxcem Elite	Cimento resinoso autoadesivo	4771220	Monômeros de éster de metacrilado não curado, partículas de carga inertes mineral, fluoreto de itérbio, ativadores, estabilizadores, corantes.	Kerr, Orange, CA, EUA

*De acordo com fabricantes.

Tabela 2. Valores de Dureza Martens (HM) e Módulo de Elasticidade (Eit*) da dentina em função dos agentes condicionantes e terços radiculares (GPa) independente do material utilizado para cimentação**.

	Água destilada	Clorexidina	Hipoclorito de sódio	Ácido Poliacrílico	Nanopartícula de prata
HM					
Cervical	1,10 (0,25) Aa	1,18 (0,25) Aa	1,15 (0,37) Ba	1,19 (0,31) Aa	1,22 (0,29) Aa
Médio	1,12 (0,34) Aa	1,12 (0,44) Aa	1,03 (0,30) Ba	1,18 (0,31) Aa	1,24 (0,25) Aa
Apical	1,26 (0,34) Aa	1,15 (0,44) Aa	1,32 (0,27) Aa	1,28 (0,37) Aa	1,39 (0,37) Aa
Eit*					
Cervical	44,34 (13,05) Aab	40,56 (10,48) Ab	45,31 (18,36) Aab	46,98 (13,52) Aab	50,42 (14,37) Aa
Médio	47,75 (14,78) Aab	39,91 (19,44) Ab	41,59 (17,34) Aab	46,01 (16,72) Aab	51,00 (17,83) Aa
Apical	42,54 (16,50) Ab	38,83 (13,72) Ab	46,18 (13,06) Aab	45,98 (15,72) Aab	55,43 (14,31) Aa

**Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, apresentam diferença estatisticamente significativa para cada propriedade mecânica analisada (5%).

Tabela 3. Valores de Dureza Martens (HM) e Módulo de Elasticidade (Eit*) do cimento resinoso em função dos agentes condicionantes e terços radiculares (GPa) para o grupo SBU**.

		Água destilada	Clorexidina	Hipoclorito de sódio	Ácido Poliacrílico	Nanopartícula de prata
HM	Cervical	0,67 (0,07) ABab	0,67 (0,07) Aab	0,72 (0,14) Aab	0,63 (0,13) Ab	0,78 (0,18) Aa
	Médio	0,57 (0,10) Bab	0,46 (0,08) Bb	0,58 (0,10) ABab	0,60 (0,08) Aab	0,64 (0,23) Aa
	Apical	0,70 (0,08) Aab	0,60 (0,04) Ab	0,46 (0,10) Bc	0,41 (0,14) Bc	0,72 (0,06) Aa
Eit*	Cervical	19,88 (3,18) Aa	18,84 (1,89) Aa	19,56 (2,70) Aa	17,77 (2,69) Aa	20,92 (3,80) Aa
	Médio	15,84 (2,71) Ab	12,15 (2,61) Cc	15,87 (3,07) Ab	16,65 (2,46) Ab	20,25 (2,54) Aa
	Apical	20,22 (4,51) Aa	16,19 (1,43) Bab	12,45 (2,51) Bb	16,02 (8,41) Aab	19,37 (2,12) Aa

**Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, apresentam diferença estatisticamente significativa para cada propriedade mecânica analisada (5%).

Tabela 4. Valores de Dureza Martens (HM) e Módulo de Elasticidade (Eit) do cimento resinoso em função dos agentes condicionantes e terços radiculares (GPa) para o grupo U200**.

		Água destilada	Clorexidina	Hipoclorito de sódio	Ácido Poliacrílico	Nanopartícula de prata
HM	Cervical	0,73 (0,17) Aa	0,86 (0,23) Aa	0,76 (0,21) Aa	0,84 (0,30) Aa	0,86 (0,10) Aa
	Médio	0,61 (0,16) Aa	0,41 (0,16) Bb	0,68 (0,11) Aa	0,79 (0,12) Aa	0,77 (0,23) Aa
	Apical	0,62 (0,18) Ab	0,59 (0,11) Bb	0,67 (0,09) Aab	0,62 (0,11) Ab	0,82 (0,20) Aa
Eit*	Cervical	19,61 (3,63) Aa	22,71 (5,09) Aa	20,99 (6,14) Aa	22,55 (9,30) Aa	23,76 (2,83) Aa
	Médio	16,03 (4,59) Ab	14,18 (4,22) Bb	17,07 (2,91) Ab	20,46 (2,73) ABab	23,84 (4,25) Aa
	Apical	15,54 (4,97) Ab	15,24 (3,87) Bb	17,26 (1,69) Ab	14,95 (1,95) Bb	22,48 (5,28) Aa

**Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, apresentam diferença estatisticamente significativa para cada propriedade mecânica analisada (5%).

Tabela 5. Valores de Dureza Martens (HM) e Módulo de Elasticidade (Eit) do cimento resinoso em função dos agentes condicionantes e terços radiculares (GPa) para o grupo MCE**.

	Água destilada	Clorexidina	Hipoclorito de sódio	Ácido Poliacrílico	Nanopartícula de prata	
HM	Cervical	1,15 (0,20) Aa	1,30 (0,39) Aa	1,18 (0,24) Aa	1,04 (0,19) Aa	1,05 (0,30) Aa
	Médio	1,09 (0,25) Aa	1,09 (0,32)ABa	0,93 (0,14) Ba	1,10 (0,37) Aa	0,88 (0,12) Aa
	Apical	0,92 (0,13)Aa	0,98 (0,18) Ba	0,98 (0,17) ABa	0,91 (0,30) Aa	0,94 (0,18) Aa
Eit*	Cervical	38,32 (8,53) Aa	39,61 (10,19) Aa	37,19 (4,42) Aa	32,57 (5,61) Aa	35,24 (13,51) Aa
	Médio	34,06 (6,66) ABa	29,15(5,88) Ba	30,23 (6,99) Ba	34,64 (17,29) Aa	26,52 (4,51) Aa
	Apical	26,74 (5,24) Ba	26,27 (4,03) Ba	27,20 (3,14) Ba	24,61 (10,10) Aa	26,57 (3,81) Aa

**Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, apresentam diferença estatisticamente significativa para cada propriedade mecânica analisada (5%).

Capítulo 2

RESISTÊNCIA DE UNIÃO ENTRE PINOS DE FIBRA DE VIDRO À DENTINA INTRARRADICULAR SUBMETIDA A DIFERENTES SOLUÇÕES IRRIGANTES

3.1 Resumo

Proposição: O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência de união, através do teste de *push-out*, de pinos de fibra de vidro nos diferentes terços da dentina intrarradicular (cervical, médio e apical) submetidos a diferentes agentes condicionantes.

Materiais e Métodos: Noventa pré-molares humanos unirradiculares foram utilizados neste estudo. Após obturação endodôntica e preparo para cimentação do pino, os dentes foram divididos em cinco grupos experimentais (n=18), de acordo com os agentes condicionantes: água destilada, hipoclorito de sódio 5,25%, ácido poliacrílico 25%, clorexidina 2% e dispersão de nanopartícula de prata à 23 ppm. Os grupos foram divididos em 3 subgrupos (n=6) de acordo com a técnica adotada para cimentação adesiva dos pinos de fibra de vidro: Grupo SBU: sistema adesivo ScotchbondTM Universal + cimento resinoso RelyX ARC; Grupo U200: cimento resinoso autoadesivo RelyX U200; Grupo MCE: cimento resinoso autoadesivo Maxcem Elite. A resistência de união foi mensurada pelo teste de *push-out* em máquina de ensaio universal nos diferentes terços da dentina intrarradicular (cervical, médio e apical). Os dados de resistência de união foram submetidos a testes estatísticos de normalidade e analisados pela ANOVA e teste de Fisher ($\alpha = 0,05$). Amostras representativas de todos os grupos experimentais foram levadas à microscopia eletrônica de varredura.

Resultados: A solução de nanopartícula de prata apresentou os maiores valores de resistência de união em todos os terços analisados para o grupo SBU. No grupo U200 os maiores valores foram encontrados para a solução de hipoclorito de sódio, com diferença para o ácido poliacrílico. O grupo MCE apresentou de modo geral, os menores valores de resistência de

união. Houve diminuição dos valores de resistência de união no sentido cérvico-apical para todos os grupos.

Conclusão: As diferentes soluções condicionantes, bem como a profundidade intrarradicular influenciaram na resistência de união dos materiais adesivos ao substrato dentinário. A nanopartícula de prata pode ser utilizada como agente irrigador do conduto radicular previamente à cimentação dos pinos de fibra de vidro, uma vez que além de possuir efeito antibacteriano, não causa interferência na adesão entre o pino e dentina intrarradicular.

Palavras-chave: Cimento resinoso, adesivos dentinários, dentina, nanopartículas, prata, resistência de união.

PUSH-OUT BOND STRENGTH BETWEEN GLASS FIBER POSTS TO INTRARADICULAR DENTIN SUBMITTED TO DIFFERENT IRRIGATING SOLUTIONS

3.2 Abstract

Purpose: To evaluate the push-out bond strength of glass-fiber posts in different regions of post space (cervical, middle, and apical) submitted to different conditioning agents.

Materials and Methods: Ninety extracted single rooted human teeth were used in this study. After endodontic filling, teeth were divided into five groups (n=18), according to the conditioning agents: distilled water, 5,25% sodium hypochlorite, 25% polyacrylic acid, 2% chlorhexidine and 23 ppm silver nanoparticles dispersion. The groups were divided into 3 subgroups (n=6) according to the materials used for adhesive cementation: SBU group: Scotchbond Universal adhesive system + RelyX ARC resin cement; U200 groups: RelyX U200 self-adhesive resin cement; MCE group: MaxCem Elite self-adhesive resin cement. The bond strength was measured using the push-out test in different areas of the post space (cervical, middle, and apical). The data were subjected to statistical tests of normality and analyzed by ANOVA and Fisher's test ($\alpha=0,05$). Images of representative sample were obtained in an scanning electron microscopy.

Results: The silver nanoparticle solution showed the highest bond strength values in all thirds analyzed for the SBU group. In the U200 group, the highest values were found for sodium hypochlorite solution, with difference to the polyacrylic acid. The MCE group generally showed lower bond strength values. There was a decrease in push-out bond strength in the cervico-apical direction.

Conclusion: The different conditioning solutions and the intraradicular depth influenced the bond strength of adhesives materials to dentin substrate. The silver nanoparticle can be used as an irrigant agent in the post space previously to glass fiber post cementation process, since there is an antibacterial effect, and it does not cause interference in the bonding process between fiber post and intraradicular dentin.

Key-words: resin cement, adhesives, dentin, nanoparticles, silver, push-out strength.

3.3 Introdução*

Com o aumento da demanda por restaurações estéticas, dentes tratados endodonticamente com pouca estrutura coronal remanescente têm sido rotineiramente restaurados com auxílio de pinos de fibra de vidro.^{1,2} As vantagens dos pinos de fibra de vidro estão relacionadas às propriedades mecânicas,³ tais como o módulo de elasticidade próximo da dentina, elevada resistência à flexão e compatibilidade com resinas a base de Bis-GMA.¹

No entanto, o sucesso dessas restaurações intrarradiculares depende da adequada união na interface pino-dentina.² A falha mais comum associada aos pinos de fibra de vidro está relacionada ao seu descolamento na interface, causada pela dificuldade de hibridização da dentina.^{4,5} Alguns estudos têm mostrado que a hibridização pode ser afetada, por exemplo, pelas soluções irrigadoras, região radicular, preparo para cimentação do pino e agentes de cimentação utilizados.^{3,5} Especialmente em situações onde o preparo do conduto radicular não é executado na mesma sessão clínica da cimentação dos pinos de fibra de vidro, o uso de substâncias que promovem descontaminação das paredes dentinárias previamente à cimentação dos pinos poderia ser um importante passo clínico, desde que não houvesse interferência no processo de adesão dos materiais resinosos.

Em relação às soluções irrigantes, o hipoclorito de sódio (NaOCl) é um dos mais populares agentes utilizado no canal radicular e preparo para pino devido suas propriedades antimicrobianas e a capacidade de dissolver tecido orgânico.⁶⁻⁸ Quando o NaOCl interage com os microorganismos e tecidos orgânicos ocorre reações de saponificação que levam a efeitos antimicrobianos e dissolução dos tecidos orgânicos.⁷ Outra solução amplamente utilizada é a clorexidina devido sua ótima capacidade antimicrobiana, substantividade e efeito

* Normalização segundo a revista Journal of Adhesive Dentistry (ANEXO C)

na longevidade da interface adesiva.⁸⁻¹⁰ uma vez que ela mantém a qualidade do substrato dentinário através da inibição da atividade colagenolítica das MMPs na camada híbrida.^{2,5} Por outro lado, o ácido poliacrílico tem sido usado como condicionador dentinário para aumentar a adesão de cimentos de ionômero de vidro. De acordo com Pavan e colaboradores (2010)¹¹, o ácido poliacrílico também poderia melhorar a capacidade de adesão de cimentos de resinosos autoadesivos. Esta solução seria capaz de abrir os túbulos dentinários mantendo os componentes minerais na dentina intertubular após a sua aplicação.¹²

Recentemente, as nanopartículas de prata (AgNPs) tem sido utilizadas em muitos campos da saúde, devido às suas propriedades bacterianas de largo espectro.^{6,7,13} Elas têm sido amplamente utilizadas em ataduras, curativos e pomadas. Nanopartículas de prata também servem para prevenir a colonização bacteriana em várias superfícies, tais como cateteres, roupas e próteses.⁶ Na odontologia, as AgNPs têm sido utilizado como solução irrigante durante o preparo endodôntico, antes da obturação final do canal radicular.⁶

Considerando que não há estudos na literatura avaliando o uso de AgNPs em etapas de irrigação do conduto radicular previamente à cimentação de pinos de fibra de vidro, bem como poucas informações acerca do uso de outras substâncias utilizadas como agentes descontaminantes previamente à cimentação, o objetivo deste estudo foi determinar a resistência de união de pinos de fibra de vidro nos diferentes terços da dentina intrarradicular (cervical, médio e apical), submetidos a diferentes agentes condicionantes (água destilada, hipoclorito de sódio a 5,25%, ácido poliacrílico 25%, clorexidina 2% e dispersão de nanopartícula de prata a 23 ppm), através do teste de cisalhamento por extrusão (*push-out*). Três hipóteses nulas foram testadas: (1) a resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina intrarradicular não dependeria dos agentes condicionantes utilizados; (2) a resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina intrarradicular não seria dependente do agente

de cimentação utilizado; e (3) não haveria diferença na resistência de união de pinos de fibra de vidro nos diferentes terços da dentina intrarradicular (cervical, médio e apical).

3.4 Materiais e Método

Neste estudo, um sistema adesivo universal e três cimentos resinosos, sendo um convencional e dois autoadesivos, foram utilizados (Tabela 1). Noventa pré-molares unirradiculares humanos de diferentes indivíduos, extraídos por motivos periodontais ou ortodônticos foram utilizados neste estudo. O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP [processo n° 05142812.4.0000.5420 (ANEXO A)] e foi conduzido de acordo com as regulamentações sobre pesquisas em seres humanos do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde (Resolução n° 196, de 10 de Outubro de 1996), com o Código de Ética Profissional Odontológico, segundo a Resolução do Conselho Federal de Odontologia 179/93, com a Declaração de Helsinque II.

Os dentes foram limpos com curetas periodontais e armazenados em freezer a temperatura de -20°C, até o início do estudo. Todos os dentes com evidência clínica de cárie, reabsorção radicular, trincas ou fraturas foram excluídos da pesquisa.

A coroa anatômica de todos os dentes foi removida, 1 mm acima da junção amelo-cementária, através de uma secção transversal, com disco de diamante em cortadeira de precisão Isomet 2000 (Buheler, Lake Bluff, IL, EUA) sob refrigeração, em baixa velocidade (Figura 1). Em seguida, os espécimes foram submetidos ao tratamento endodôntico. Os canais radiculares foram submetidos ao preparo biomecânico através das Técnicas *Crown-Down* e *Step-Back*. O comprimento de trabalho foi estabelecido visualmente, subtraindo-se 1 mm do comprimento total de inserção de uma lima tipo Kerr #10 Flexofile, quando esta

aparecia no forame apical. A instrumentação foi realizada manualmente, ao longo de todo o comprimento de trabalho, até a lima tipo Kerr #45 Flexofile, seguindo-se o acabamento do preparo com limas tipos Hedstroen até a lima #60, de modo escalonado natural e progressivo, utilizando-se como instrumento de memória uma lima tipo Kerr dois números inferiores à de maior calibre, empregada no preparo apical. Os condutos foram irrigados entre cada troca de lima e o canal foi preenchido com solução irrigadora durante a fase de instrumentação. Para cada dente, 3 ml de solução de hipoclorito de sódio a 2,5% (solução de Labarraque) foi utilizada. Após a irrigação final, os condutos foram aspirados e secos com cones de papel absorventes estéreis e obturados com cones de guta-percha (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) e cimento de hidróxido de cálcio Sealapex (Kerr, Orange, CA, EUA), pela técnica da condensação lateral ativa. Após a compactação da guta-percha, cortou-se o excesso com uma espátula pré-aquecida, seguindo-se a condensação vertical do material obturador. O acesso coronal foi selado com cimento à base de óxido de zinco/ sulfato de zinco Coltosol (Vigodent, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Os dentes tratados endodonticamente foram armazenados em 100% de umidade, a 37°C, durante um período de 7 dias.

O Reforpost n.º 3 (Ângelus, Londrina, PR, Brasil) foi o sistema de pino de fibra de vidro utilizado para o estudo. Para a cimentação dos pinos, um preparo intrarradicular foi confeccionado em todos os espécimes. Utilizando uma broca de largo n.º 2 (Dentsply-Maillefer) em baixa velocidade, com a caneta de baixa rotação, foi removido o remanescente de guta-percha e confeccionado o espaço para a cimentação do pino, calibrada em uma profundidade de ± 9 mm, tendo como referência a medida do comprimento de trabalho do dente. Em seguida, foram utilizadas as brocas de largo n.º 3 e 4 finalizando o preparo com a broca de largo n.º 5 cuja dimensão corresponde ao diâmetro do pino, garantindo a sua

adaptação ao conduto. Finalizado o preparo, os pinos foram provados para verificação da adaptação.

Previamente ao procedimento adesivo, foi realizado a limpeza da superfície do pino de fibra de vidro, através do condicionamento com ácido fosfórico a 35% (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), por 60 segundos, seguido de lavagem abundante e secagem com jato de ar. Em seguida, a superfície do pino foi silanizada por 60 segundos (Ângelus), e seca com jato de ar. A partir desse momento, o pino não foi mais manipulado, para evitar contaminação.

Os preparos foram irrigados com 2 mL de solução de água destilada, para remoção dos restos de guta-percha e manutenção da umidade do meio. Previamente ao procedimento adesivo, secou-se o conduto com jato de ar e cones de papel absorvente. Os espécimes foram divididos, através de um sorteio aleatório, em 5 grupos (n=18), de acordo com os seguintes agentes condicionantes: água destilada, hipoclorito de sódio 5,25%¹⁴ (Apothecario, Araçatuba, SP, Brasil), ácido poliacrílico 25%¹¹ (SDI, Bayswater, Austrália), clorexidina 2%¹⁵ (Apothecario), e dispersão de nanopartícula de prata a 23 ppm⁶ (Khemia, São Paulo, SP, Brasil). O protocolo de irrigação do preparo para cimentação do pino foi utilizar 5 mL de cada solução por um período de 60 segundos.

Após a irrigação, os espécimes foram divididos aleatoriamente em 3 subgrupos (n=6), de acordo com técnica adesiva utilizada:

- **Grupo SBU:** Após a irrigação com o agente condicionante, o preparo foi seco com cones de papel estéril e o adesivo autocondicionante Scotchbond™ Universal Adhesive (3M ESPE) foi aplicado juntamente com Scotchbond™ Universal Dual Cure Activator. Uma gota de cada solução foi misturada por 5 segundos e aplicada ativamente no preparo com um pincel por 20 segundos, seguido por leve jato de ar por 5 segundos para evaporação do solvente, removeu o excessos com cone de papel e fotoativado por 10 segundos, utilizando

fotopolimerizador VALO® Cordless (Ultradent, UT, EUA). O cimento resinoso convencional RelyX ARC (3M ESPE) foi manipulado por 10 segundos e inserido no conduto radicular com auxílio de uma lima endodôntica. Em seguida, foi aplicado cimento sobre a superfície do pino e o mesmo foi levado em posição no interior do conduto, sendo o excesso de cimento removido. Por fim o cimento resinoso foi fotoativado por 40 segundos utilizando o fotopolimerizador VALO® Cordless (Ultradent) pela superfície oclusal.

- **Grupo U200:** Após a irrigação com o agente condicionante, o preparo foi seco com cones de papel estéril e o cimento resinoso autoadesivo RelyX U200 (3M ESPE) foi manipulado, e inserido no conduto radicular com auxílio de uma lima endodôntica. Em seguida, o cimento foi aplicado sobre a superfície tratada do pino e levado em posição no interior do conduto, sendo removidos os excessos de cimento. Por fim o cimento resinoso foi fotoativado por 40 segundos pela superfície oclusal.

- **Grupo MCE:** Após a irrigação com o agente condicionante, o preparo foi seco com cones de papel estéril e o cimento resinoso autoadesivo Maxcem Elite (Kerr) foi aplicado diretamente no preparo com auxílio de uma ponta misturadora. Em seguida, o pino foi levado em posição no interior do conduto, sendo então removidos os excessos de cimento. Por fim o cimento resinoso foi fotoativado por 40 segundos pela superfície oclusal.

Após o processo de adesão dos pinos, todos os dentes tiveram a sua porção coronária selada com a resina composta Filtek Z350 XT (3M ESPE) e então armazenados por 7 dias para a máxima polimerização dos materiais.^{16,17} Os dentes foram então submetidos a ciclagem térmica (12000 ciclos, 5 e 55°C, tempo de permanência: 30 segundos, tempos de transferência: 2 segundos) utilizando máquina de simulação de ciclos térmicos MSCT-3 Plus (Marcelo Nucci, São Carlos, SP, Brasil).¹⁸

Após a ciclagem térmica, os dentes foram seccionados perpendicularmente ao longo eixo, com disco diamantado em cortadeira de precisão Isomet 2000 (Buehler), obtendo uma fatia de aproximadamente 1,0 mm de cada terço a ser analisado (terços cervical, médio e apical). A espessura foi medida utilizando paquímetro digital (Mitutoyo, Miyazaki, Japão) e todas as fatias tiveram o seu lado coronal demarcado com uma tinta insolúvel. Após o corte, as fatias foram embutidas em resina acrílica autopolimerizável (Clássico, São Paulo, SP, Brasil), de forma que a superfície exposta fosse a apical.

Para o teste de cisalhamento por extrusão (*push-out*), dois dispositivos foram adaptados à máquina universal EMIC modelo DL3000 (Emic, São José dos Pinhais, Brasil). Na porção superior, foi fixada uma haste metálica com ponta ativa de 0,8mm de diâmetro, e na porção inferior, foi fixada a amostra embutida em um apoio de aço inoxidável.

A haste metálica da porção superior da máquina foi posicionada bem próxima ao corpo de prova, sem tocá-lo, de modo que sua ponta ativa coincidissem com o centro do pino, para evitar tensões nas paredes radiculares ao redor. Uma carga compressiva foi aplicada em uma direção vertical, com velocidade de 0,5 mm/min. Os valores de resistência de união ao teste de *push-out* foram calculados pela seguinte divisão:

$$R_u = N/2\pi rh$$

Sendo, R_u (Resistência de união) a divisão da força máxima N pela área ($2\pi rh$), onde (r) é o raio e (h) a altura do pino, e o π é 3,14.

Após o teste de resistência de união, amostras representativas da dentina intrarradicular foram seccionadas ao meio para exposição da interface adesiva, metalizadas com ouro (Q150T, Quorum Technologies, Laughton, Inglaterra) e avaliadas em microscopia eletrônica de varredura (EVO-LS15, ZEISS, Jena, Alemanha) para caracterização da estrutura dentinária após o teste de união.

Os dados de resistência de união foram submetidos ao teste de normalidade e as médias comparadas pela Análise de Variância três critérios para medidas repetidas (agente condicionante, técnica adesiva e terço radicular) e teste PLSD de Fisher ($\alpha=0,05$).

3.5 Resultados

A ANOVA três critérios para a resistência de união (Tabela 2) mostrou diferença significativa entre os materiais ($p<0,0001$), as soluções condicionantes ($p=0,0009$), os terços ($p<0,0001$), bem como a interação destes fatores ($p<0,05$).

Pela Tabela 3 referente ao grupo SBU, pode-se observar que não houve diferença estatisticamente significativa entre as soluções no terço cervical ($p=0,34$). Nos terços médio e apical, de uma maneira geral, os maiores valores de resistência de união foram encontrados para a solução de nanopartícula de prata. Nessas regiões, a clorexidina apresentou os menores valores de resistência de união, sem diferença estatisticamente significativa para o hipoclorito de sódio ($p=0,50$ no terço médio e $p=0,28$ no terço apical). Diminuição nos valores de resistência de união no sentido cérvico-apical foram encontradas em todos os grupos ($p<0,05$).

No grupo U200 (Tabela 4), de modo geral, os maiores valores de resistência de união foram encontrados para a solução de hipoclorito de sódio, sem diferença estatisticamente significativa para a água destilada, clorexidina e nanopartícula de prata, em todas as condições experimentais analisadas ($p=0,05$). Os menores valores foram encontrados para o ácido poliacrílico em todos os terços analisados, Assim como o grupo SBU, houve uma diminuição nos valores de resistência de união no sentido cérvico-apical em todos os grupos ($p=0,05$).

Para o grupo MCE (Tabela 5), os maiores valores foram encontrados para o terço cervical, com diferença estatisticamente significativa para os terços médio e apical,

independente da solução irrigadora utilizada ($p < 0,05$). No terço cervical, os maiores valores de resistência de união foram encontrados para o grupo controle (água destilada) com diferença significativa para as demais soluções ($p < 0,05$). No terço médio, os maiores valores foram encontrados para a solução de nanopartícula de prata, com diferença significativa apenas para a solução de hipoclorito de sódio ($p = 0,04$). No terço apical, os maiores valores foram encontrados para a clorexidina, sem diferença significativa para o hipoclorito de sódio ($p = 0,15$).

3.6 Discussão

Neste estudo, três variáveis independentes foram estudadas, os materiais de cimentação adesiva, os agentes condicionantes e os diferentes terços da dentina intrarradicular (cervical, médio e apical).

Os agentes condicionantes escolhidos foram soluções comumente utilizadas na Odontologia em virtude de sua capacidade antibacteriana e/ou condicionante dentinário. Os resultados mostraram que a solução utilizada interferiu nos valores de resistência de união (Tabela 2), rejeitando-se assim, a primeira hipótese do estudo.

A dispersão de nanopartícula de prata à 23 ppm é uma solução na qual a suas capacidades de reduzir a adesão bacteriana e prevenir a formação do biofilme já está comprovada, sendo potencialmente utilizado no tratamento endodôntico como irrigante antimicrobiano no canal radicular.⁶ No entanto, a influência dessa solução na adesão de materiais resinosos à dentina intrarradicular ainda não havia sido estudada. Isso poderia ser particularmente útil em caso onde a desobturação do conduto não é realizada na mesma sessão da cimentação dos pinos intrarradiculares. Os resultados mostraram que para o grupo

SBU, composto pelo adesivo autocondicionante Scotchbond™ Universal e cimento resinoso convencional RelyX ARC e o grupo U200 composto pelo cimento resinoso autoadesivo RelyX U200, os espécimes tratados com a solução de nanopartícula de prata, de modo geral, apresentaram os maiores valores de resistência de união (Tabelas 3 e 4). Embora não existisse diferença estatisticamente significativa para o grupo controle (água destilada) nos terços cervical e médio para o SBU (Tabela 3) e em todas as regiões no grupo U200 (Tabela 4), provavelmente haveria um benefício clínico na utilização da solução de nanopartícula de prata antes do processo união, garantindo a ação antibacteriana, sem interferir na adesão dos pinos de fibra de vidro. Comparando as imagens de microscopia eletrônica de varredura (MEV) da água destilada (Figura 2) e nanopartícula de prata (Figura 3) é possível observar o mesmo padrão da dentina intrarradicular, Sendo assim, provavelmente o processo de adesão após a irrigação com solução de nanopartícula de prata tenha ocorrido da mesma maneira que o grupo controle para esses materiais. A incorporação dessas partículas a adesivos ortodônticos foi previamente estudada e mostrou não afetar a resistência de união, sendo mantido o efeito antimicrobiano.^{6,19,20}

O mesmo benefício antibacteriano poderia ser encontrado com a aplicação prévia de clorexidina,²¹⁻²⁴ A clorexidina também é uma solução comumente utilizada devido suas propriedades antimicrobiana, substantividade e efeito na longevidade da interface de união de compósitos adesivos à dentina.⁷ No entanto, os resultados mostraram que para os grupos SBU (terço médio e apical) e U200 (terço apical), os espécimes tratados com a solução de clorexidina apresentaram menores valores de resistência de união (Tabelas 3 e 4), corroborando com estudos prévios.²⁵⁻²⁷ A reação entre o fosfato da dentina e a clorexidina resultaria em precipitados que seriam responsáveis pela diminuição na resistência de união

(Figura 4), uma vez que esses precipitados poderiam criar uma barreira física, reduzindo assim a interação entre os materiais cimentantes e a superfície de dentina.²⁸

O efeito da aplicação das diferentes soluções irrigadoras foi dependente do tipo de material adesivo utilizado (Tabela 2). O hipoclorito de sódio, por exemplo, não causou efeito significativo em comparação à solução controle (água destilada), apenas para o grupo U200, Para os demais materiais adesivos, esse efeito não foi tão claramente verificado (Tabela 3 e 5). O hipoclorito de sódio é um dos irrigantes mais populares e amplamente utilizado devido a sua atividade antibacteriana e capacidade de dissolução dos restos de tecido necrótico,⁶ Além disso, seria capaz de causar a dissolução do colágeno através da quebra das ligações de carbono, desorganizando a estrutura primária da proteína, resultando em degeneração do tecido dentinário.^{29,30} O hipoclorito de sódio, em contato com a superfície de dentina, se decompõe em sódio, cloreto e oxigênio o qual poderia provocar uma inibição da polimerização de materiais resinosos.³¹ Na MEV (Figura 5), nota-se uma camada de cimento resinoso na superfície da dentina intrarradicular que foi irrigada previamente com hipoclorito de sódio. Estudos anteriores mostraram que com a irrigação de hipoclorito de sódio a 5%, houve diminuição na resistência de união de cimentos resinosos a dentina.^{30,32} Além disso, a limpeza da solução nas regiões mais profundas (terços médio e apical) é mais dificultada, o que poderia ter aumentado o tempo de contato com a dentina intrarradicular nessas regiões. Demiryürek e colaboradores (2009)³¹ ainda perceberam que o aumento do tempo de aplicação da solução resultou em diminuição progressiva da resistência de união devido ao efeito residual do hipoclorito de sódio na dentina.

O efeito da aplicação do ácido poliacrílico também foi dependente do material resinoso utilizado. O ácido poliacrílico é comumente utilizado em associação com cimento de ionômero de vidro para melhorar a interação desse cimento com o substrato.^{33,34} Quando o

ácido poliacrílico é aplicado na dentina, ele é capaz de remover a *smear layer*, mantendo a *smear plugs* nos túbulos dentinários. O efeito da aplicação desse ácido previamente à aplicação de cimentos resinosos autoadesivos também mostrou ser material-dependente.³⁵ No entanto, de uma maneira geral, a aplicação desse ácido parece não ter contribuído na melhoria dos valores de resistência de união, especialmente para o grupo U200 (Tabela 4). A Figura 6 trata-se de uma amostra representativa do grupo U200, condicionada com ácido poliacrílico, na qual é possível observar a presença dos túbulos dentinários e cimento resinoso na sua superfície.

Na comparação entre os materiais adesivos utilizados, os espécimes cimentados com o grupo MCE apresentaram, de maneira geral, menores valores de resistência de união, quando comparados com os grupos SBU e U200 (Tabela 2), rejeitando a segunda hipótese nula desse estudo. O cimento Maxcem Elite contém HEMA (2 hidroxietil metacrilato) que torna o material propenso à maior sorção de água. A permeabilidade à água pode expor o cimento à maior degradação hidrolítica.^{5,36,37} Em virtude dos baixos valores de resistência de união encontrados para esse grupo, o efeito das diferentes soluções condicionadas parecem ter causado pouco efeito significativo para esse material (Tabela 5). O grupo U200 utilizou o cimento resinoso autoadesivo RelyX U200 que apresenta segundo seu fabricante, monômero adicional, nova reologia e otimização do processamento das partículas de carga, quando comparados ao seu antecedente RelyX Unicem. Além disso, o cimento RelyX U200 por ser mais hidrofóbico parece apresentar resultados de união mais favoráveis quando comparado ao Maxcem Elite (grupo MCE), que é considerado mais hidrofílico. Isso poderia indicar que componentes hidrofílicos poderiam deteriorar a resistência de união, otimizando a maior sorção de água.³⁸ Por outro lado, o grupo SBU que utilizou o adesivo universal Scotchbond™ Universal apresenta um pH ácido capaz de desmineraliza parcialmente a

dentina, deixando uma quantidade significativa de cristais hidroxiapatitas em torno das fibrilas colágenas.³⁹ Este adesivo apresenta na sua composição o MDP que interage quimicamente com a hidroxiapatita da dentina^{40,41}, formando uma nanocamada estável que poderia formar uma ligação mais forte na interface adesiva.⁴²

Analisando os diferentes terços da dentina intrarradicular, de modo geral, os maiores valores de resistência de união foram encontrados para o terço cervical, com diferença estatisticamente significativa para os demais terços, rejeitando a terceira hipótese nula do estudo (Tabelas 3, 4 e 5). O grupo SBU utilizou o adesivo universal Scotchbond™ Universal Adhesive juntamente com o otimizador Scotchbond™ Universal Dual Cure Activator e o cimento resinoso dual RelyX ARC, Segundo o fabricante, a adição do otimizador permite que o sistema adesivo tenha compatibilidade com os cimentos resinosos duais ou químicos, permitindo a polimerização do cimento resinoso, porém não torna o adesivo que é exclusivamente fotoativado em um adesivo dual. Assim, no momento da fotoativação, a intensidade de luz é diminuída no decorrer do conduto radicular, sendo o terço cervical a porção que mais recebe a maior irradiação de luz, o que prejudicaria a polimerização do adesivo nos terços mais profundos.⁴³

Os cimentos resinosos autoadesivos, embora sejam de dupla ativação, também tiveram seus valores diminuídos no decorrer dos terços intrarradiculares (Tabelas 4 e 5). Nos terços mais profundos (médio e apical), onde poderiam não ter recebido uma energia de luz adequada, quando comparados ao terço cervical, os mesmos dependeriam quase que exclusivamente da ativação química do material. No entanto, na comparação entre o cimento resinoso convencional dual e o cimento autoadesivo, quando realizado somente a ativação química dos materiais, o cimento autoadesivo apresentou os menores valores de resistência

de união.⁴⁴ Este resultado poderia restar relacionado ao reduzido grau de conversão dos monômeros resinosos, quando não é realizada a fotoativação do cimento.⁴⁵

Dessa forma, de maneira geral, evidencia-se maior dificuldade no processo de adesão na região apical da dentina intrarradicular e estudos futuros são necessários no intuito de melhorar os procedimentos adesivos, vinculados a um preparo intrarradicular mais conservador, realizando preparos mais curtos e garantindo a adesão no terço cervical. Além disso, o uso de substâncias com adequado potencial antibacteriano e que não causassem interferência no processo adesivo, como foi o caso da nanopartícula de prata, parece ser uma opção clínica viável, mas que necessitam de estudos complementares, especialmente em longo prazo.

3.7 Conclusão

Baseado na metodologia realizada, e nos resultados obtidos neste estudo, é possível concluir que, a resistência de união dos agentes cimentantes é influenciada pela prévia aplicação dos agentes condicionantes, bem como pela profundidade intrarradicular analisada. A dispersão de nanopartícula de prata a 23 ppm é uma alternativa viável de aplicação, uma vez que não interferiu negativamente nos valores de adesão entre pino de fibra de vidro e dentina intrarradicular.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro (Processo nº 2012/12771-9).

3.8 Referências[†]

1. Aziz TM, Anwar MN, El-Askary FS. Push-out bond strength of fiber posts to root canal dentin using a one-step self-etching adhesive: the effect of solvent removal and light-curing methods. *J Adhes Dent* 2014;16:79-86.
2. Cecchin D, Giacomini M, Farina AP, Bhering CL, Mesquita MF, Ferraz CC. Effect of chlorhexidine and ethanol on push-out bond strength of fiber posts under cyclic loading. *J Adhes Dent* 2014;16:87-92.
3. Liu C, Liu H, Qian YT, Zhu S, Zhao SQ. The influence of four dual-cure resin cements and surface treatment selection to bond strength of fiber post. *Int J Oral Sci* 2014;6:56-60.
4. Martinho FC, Carvalho CA, Oliveira LD, Farias de Lacerda AJ, Xavier AC, Gullo Augusto M, Zanatta RF, Pucci CR. Comparison of different dentin pretreatment protocols on the bond strength of glass fiber post using self-etching adhesive. *J Endod* 2015 Jan;41:83-87.
5. Cantoro A, Goracci C, Vichi A, Mazzoni A, Fadda GM, Ferrari M. Retentive strength and sealing ability of new self-adhesive resin cements in fiber post luting. *Dent Mater* 2011;27:e197-204.
6. Gomes-Filho JE, Silva FO, Watanabe S, Cintra LT, Tendoro KV, Dalto LG, Pacanaro SV, Lodi CS, de Melo FF. Tissue reaction to silver nanoparticles dispersion as an alternative irrigating solution. *J Endod* 2010;36:1698-1702.
7. Ertas H, Ok E, Uysal B, Arslan H. Effects of different irrigating solutions and disinfection methods on push-out bond strengths of fiber posts. *Acta Odontol Scand* 2014;72:783-787.
8. Wu D, Fan W, Kishen A, Gutmann JL, Fan B. Evaluation of the antibacterial efficacy of silver nanoparticles against *Enterococcus faecalis* biofilm. *J Endod* 2014;40:285-290.

[†] Referências identificadas no texto em números arábicos sobrescritos e numeradas consecutivamente na ordem em que aparecem citadas no texto (ANEXO C)

9. Bitter K, Hambarayan A, Neumann K, Blunck U, Sterzenbach G. Various irrigation protocols for final rinse to improve bond strengths of fiber posts inside the root canal. *Eur J Oral Sci* 2013;121:349.
10. Bitter K, Aschendorff L, Neumann K, Blunck U, Sterzenbach G. Do chlorhexidine and ethanol improve bond strength and durability of adhesion of fiber posts inside the root canal? *Clin Oral Investig* 2014;18:927-934.
11. Pavan S, dos Santos PH, Berger S, Bedran-Russo AK. The effect of dentin pretreatment on the microtensile bond strength of self-adhesive resin cements. *J Prosthet Dent* 2010;104:258-264.
12. Faria-e-Silva AL, Menezes Mde S, Silva FP, Reis GR, Moraes RR, Intra-radicular dentin treatments and retention of fiber posts with self-adhesive resin cements, *Braz Oral Res* 2013;27:14-19.
13. Khan M, Khan ST, Khan M, Adil SF, Musarrat J, Al-Khedhairy AA, Al-Warthan A, Siddiqui MR, Alkhatlan HZ, Antibacterial properties of silver nanoparticles synthesized using *Pulicaria glutinosa* plant extract as a green bioreductant, *Int J Nanomedicine* 2014;28:3551-3565.
14. Gu XH, Mao CY, Liang C, Wang HM, Kern M, Does endodontic post space irrigation affect smear layer removal and bonding effectiveness? *Eur J Oral Sci* 2009;117:597-603.
15. Leitune VC, Collares FM, Werner Samuel SM, Influence of chlorhexidine application at longitudinal push-out bond strength of fiber posts, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;110:e77-81.
16. Paqué F, Luder HU, Sener B, Zehnder M, Tubular sclerosis rather than the smear layer impedes dye penetration into the dentine of endodontically instrumented root canal, *Int Endod J* 2006;39:18-25.

17. Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH, Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach, *J Endod* 2005;31:584-589.
18. Passos SP, Valadro LF, Bottino MA, Santos MJ, Santos GC Jr, Shear bond strength of resin cement bonded to alumina ceramic after treatment by aluminum oxide sandblasting or silica coating, *J Prosthodont* 2011;20:561-565.
19. Ahn SJ, Lee SJ, Kook JK, Lim BS. Experimental antimicrobial orthodontic adhesives using nanofillers and silver nanoparticles, *Dent Mater* 2009;25:206–213.
20. Monteiro DR1, Gorup LF, Takamiya AS, de Camargo ER, Filho AC, Barbosa DB, Silver distribution and release from an antimicrobial denture base resin containing silver colloidal nanoparticles, *J Prosthodont* 2012;21:7-15.
21. André CB, Gomes BP, Duque TM, Stipp RN, Chan DC, Ambrosano GM, Giannini M, Dentine bond strength and antimicrobial activity evaluation of adhesive systems, *J Dent* 2015;43:466-475.
22. Cecchin D, Giacomini M, Farina AP, Bhering CL, Mesquita MF, Ferraz CC, Effect of chlorhexidine and ethanol on push-out bond strength of fiber posts under cyclic loading, *J Adhes Dent* 2014;16:87-92.
23. Cecchin D, Farina AP, Giacomini M, Vidal Cde M, Carlini-Júnior B, Ferraz CC, Influence of chlorhexidine application time on the bond strength between fiber posts and dentin, *J Endod* 2014;40:2045-2048.
24. Ertas H, Ok E, Uysal B, Arslan H, Effects of different irrigating solutions and disinfection methods on push-out bond strengths of fiber posts, *Acta Odontol Scand* 2014;72:783-787.

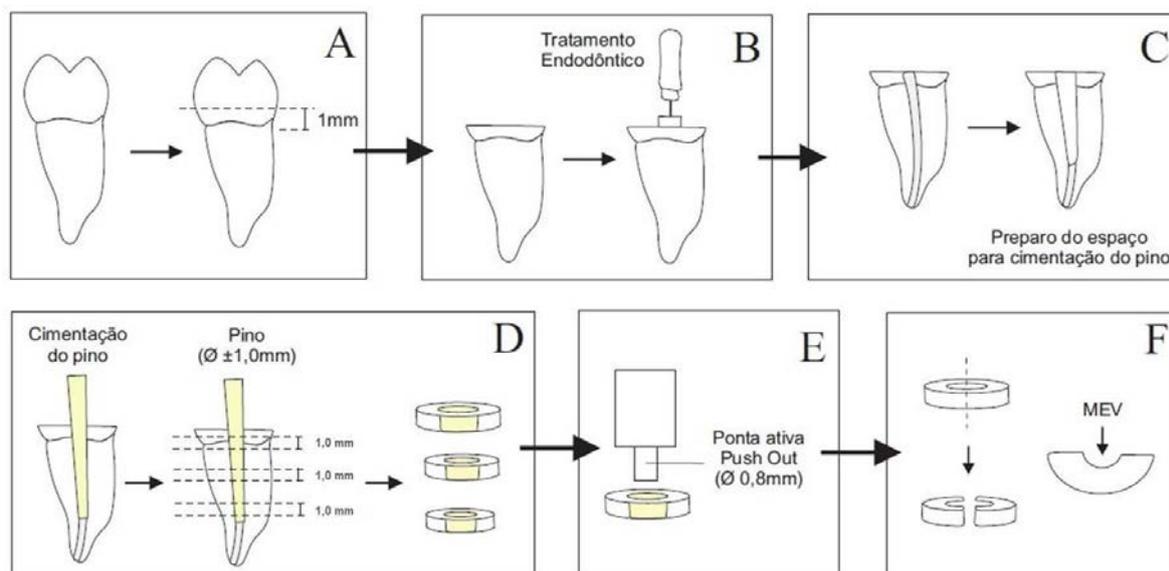
25. Cecchin D, de Almeida JF, Gomes BP, Zaia AA, Ferraz CC, Influence of chlorhexidine and ethanol on the bond strength and durability of the adhesion of the fiber posts to root dentin using a total etching adhesive system, *J Endod* 2011;37: 1310-1315.
26. Egilmez F, Ergun G, Cekic-Nagas I, Vallittu PK, Lassila LV, Bond strength of self-adhesive resin cements to dentin after antibacterial and chelating solution treatment, *Acta Odontol Scand* 2013;71:22-31.
27. de Araújo DF, Chaves LP, Bim O Jr, Pimentel Garcia FC, Ishikiriama SK, Honório HM, Wang L, Influence of 2% chlorhexidine digluconate on bond strength of a glass-fibre post luted with resin or glass-ionomer based cement, *J Dent* 2014;42:735-741.
28. Di Hipólito V, Rodrigues FP, Piveta FB, Azevedo Lda C, Bruschi Alonso RC, Silikas N, Carvalho RM, De Goes MF, Perlatti D'Alpino PH, Effectiveness of self-adhesive luting cements in bonding to chlorhexidine-treated dentin, *Dent Mater* 2012;28:495-501.
29. Moreira DM, de Andrade Feitosa JP, Line SR, Zaia AA, Effects of reducing agents on birefringence dentin collagen after use of different endodontic auxiliary chemical substances, *J Endod* 2011;37:1406-1411.
30. Morris MD, Lee KW, Agee KA, et al, Effects of sodium hypochlorite and RC-prep on bond strengths of resin cement to endodontic surfaces, *J Endod* 2001;27:753-757.
31. Demiryürek EO, Külünk S, Saraç D, Yüksel G, Bulucu B, Effect of different surface treatments on the push-out bond strength of fiber post to root canal dentin, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;108:e74-80.
32. Ari H, Yaşar E, Belli S, Effects of NaOCl on bond strengths of resin cements to root canal dentin, *J Endod* 2003;29:248-251.

33. Inoue S, Van Meerbeek B, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, Sano H, Effect of remaining dentin thickness and the use of conditioner on micro-tensile bond strength of glass-ionomer adhesive, *Dent Mater* 2001;17:445-455.
34. Inoue S, Abe Y, Yoshida Y, De Munck J, Sano H, Suzuki K, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Effect of conditioner on bond strength of glassionomer adhesive to dentin/enamel with and without smear layer interposition, *Oper Dent* 2004;29:685-692.
35. Pavan S, dos Santos PH, Berger S, Bedran-Russo AK, The effect of dentin pretreatment on the microtensile bond strength of self-adhesive resin cements, *J Prosthet Dent* 2010;104:258-264.
36. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, Coutinho E, Suzuki K, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives, *Biomaterials* 2007;28:3757-3785.
37. Burrow MF, Inokoshi S, Tagami J, Water sorption of several bonding resins, *Am J Dent* 1999;12:295-298.
38. Kim YK, Son JS, Kim KH, Kwon TY, Influence of surfasse energy parameters of dental self-adhesive resin cements on bond strength to dentin, *J Adhes Sci Technol* 2013;27:1778-1789.
39. Tay FR, Pashley DH, Aggressiveness of contemporary selfetching systems I: depth of penetration beyond dentin smear layers, *Dent Mater* 2001;17:296-308.
40. Inoue S, Koshiro K, Yoshida Y, De Munck J, Nagakane K, Suzuki K, Sano H, Van Meerbeek B, Hydrolytic stability of self-etch adhesives bonded to dentin, *J Dent Res* 2005;84:1160-1164.

41. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Eight-year clinical evaluation of a 2-step self-etch adhesive with and without selective enamel etching, *Dent Mater* 2010;26:1176–1184.
42. Yoshida Y, Yoshihara K, Nagaoka N, Hayakawa S, Torii Y, Ogawa T, Osaka A, Meerbeek BV, Self-assembled nano-layering at the adhesive interface, *J Dent Res* 2012;91:376-381.
43. Teixeira CS, Silva-Sousa YT, Sousa-Neto MD, Bond strength of fiber posts to weakened roots after resin restoration with different light-curing times, *J Endod* 2009;35:1034-1039.
44. Holderegger C, Sailer I, Schuhmacher C, Schläpfer R, Hämmerle C, Fischer J, Shear bond strength of resin cements to human dentin, *Dent Mater* 2008;24:944-950.
45. Kumbuloglu O, Lassila LV, User A, Vallittu PK. A study of the physical and chemical properties of four resin composite luting cements. *Int J Prosthodont* 2004;17:357-363.

FIGURAS

Figura 1. Esquema do delineamento experimental adotado neste estudo.



(A) Remoção da coroa anatômica dos dentes, 1mm acima da junção amelocementária. (B) Tratamento endodôntico realizado até a obturação com cones de guta percha e cimento de hidróxido de cálcio. (C) Preparo do espaço intrarradicular para a cimentação do pino. (D) Tratamento da dentina intrarradicular com soluções condicionantes e cimentação dos pinos. Após 7 dias, foram obtidos fatias de aproximadamente 1,0 mm de cada terço a ser analisado (cervical, médio e apical). (E) Teste de cisalhamento por extrusão (*push-out*) realizado com ponta ativa de 0,8mm de diâmetro e carga compressiva a velocidade de 0,5 mm/min. (F) Amostras representativas foram seccionadas ao meio após a obtenção da resistência de união para realização da microscopia eletrônica de varredura.

Figura 2. Amostra representativa da dentina intrarradicular irrigada com água destilada, do grupo SBU, no terço cervical.

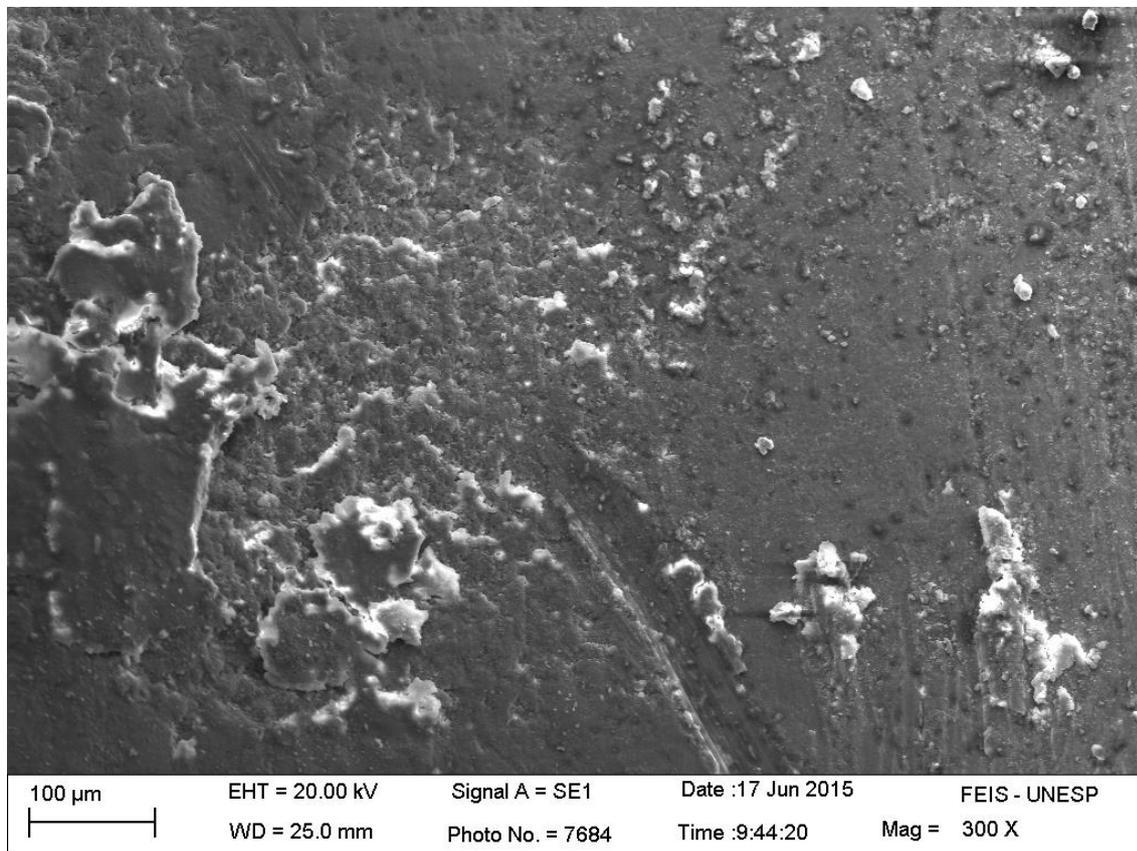


Figura 3. Amostra representativa da dentina intrarradicular irrigada com solução de nanopartícula de prata, do grupo SBU, no terço cervical.

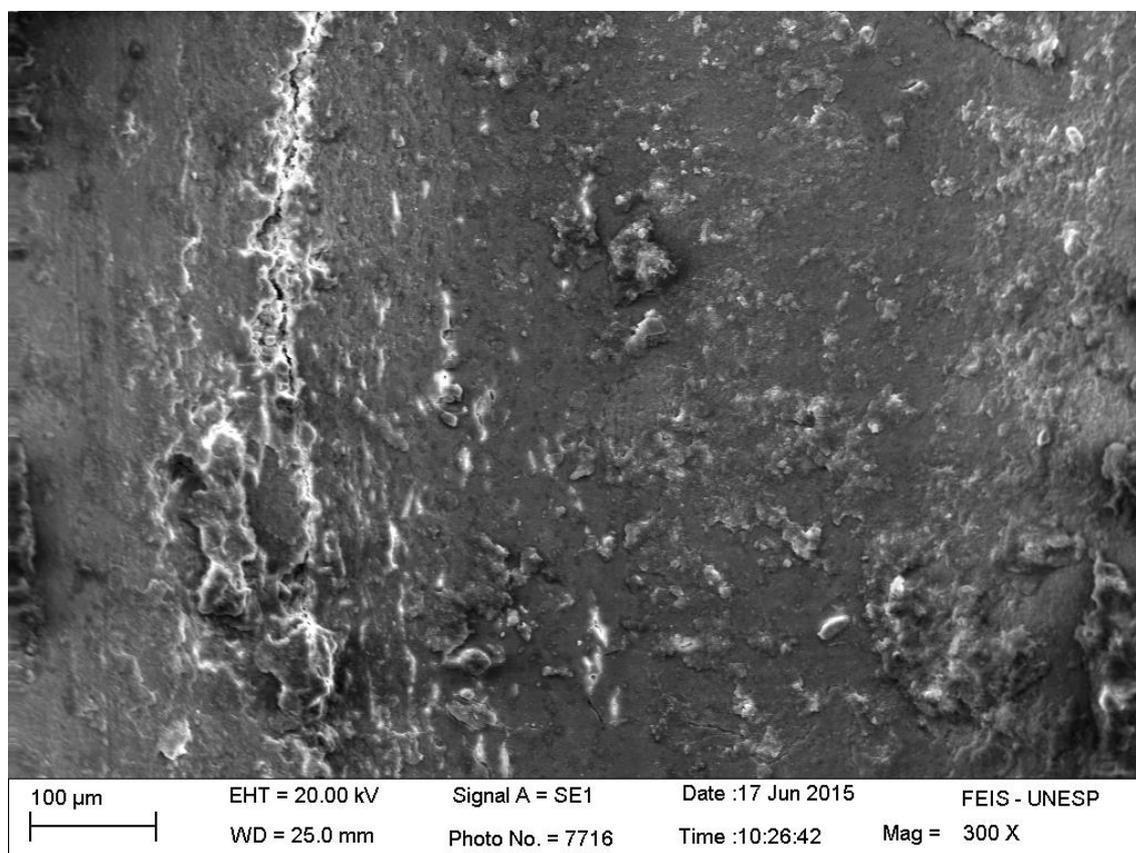


Figura 4. Amostra representativa da dentina intrarradicular irrigada com clorexidina, do grupo U200, no terço apical.

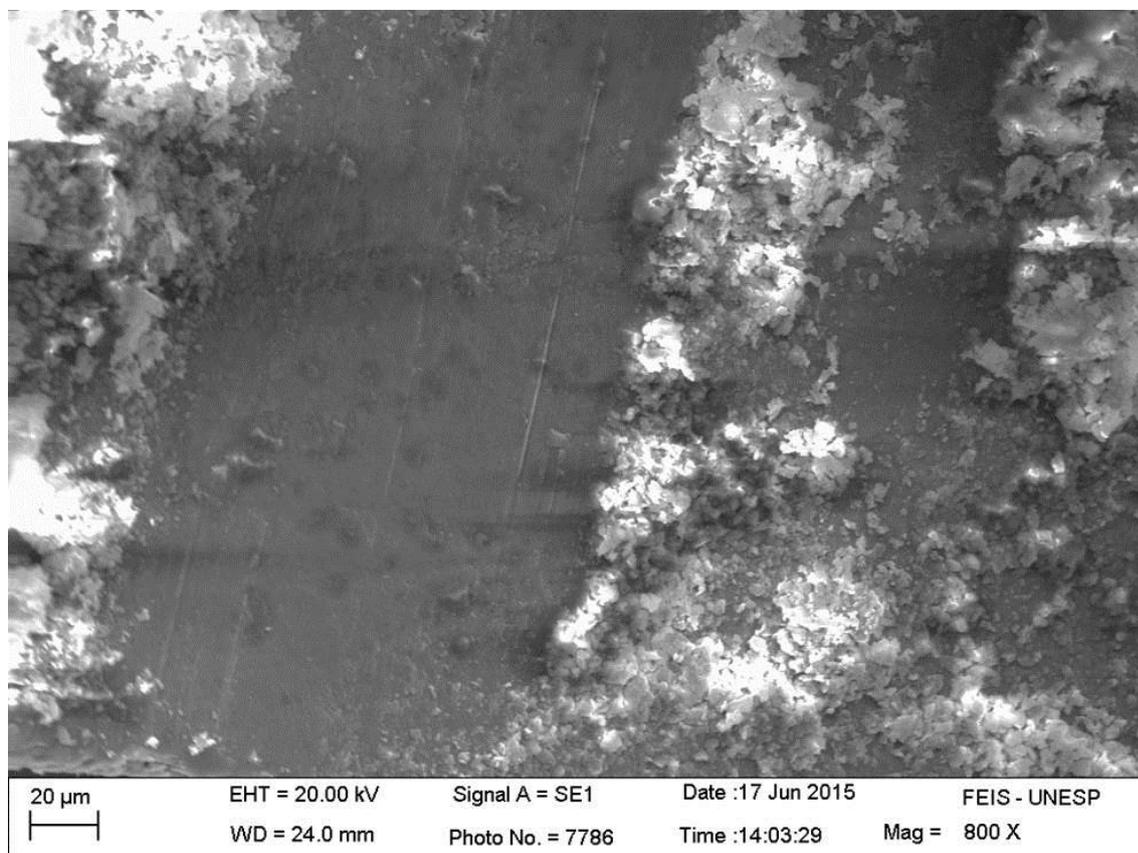


Figura 5. Amostra representativa da dentina intrarradicular irrigada com hipoclorito de sódio, do grupo U200, no terço médio.

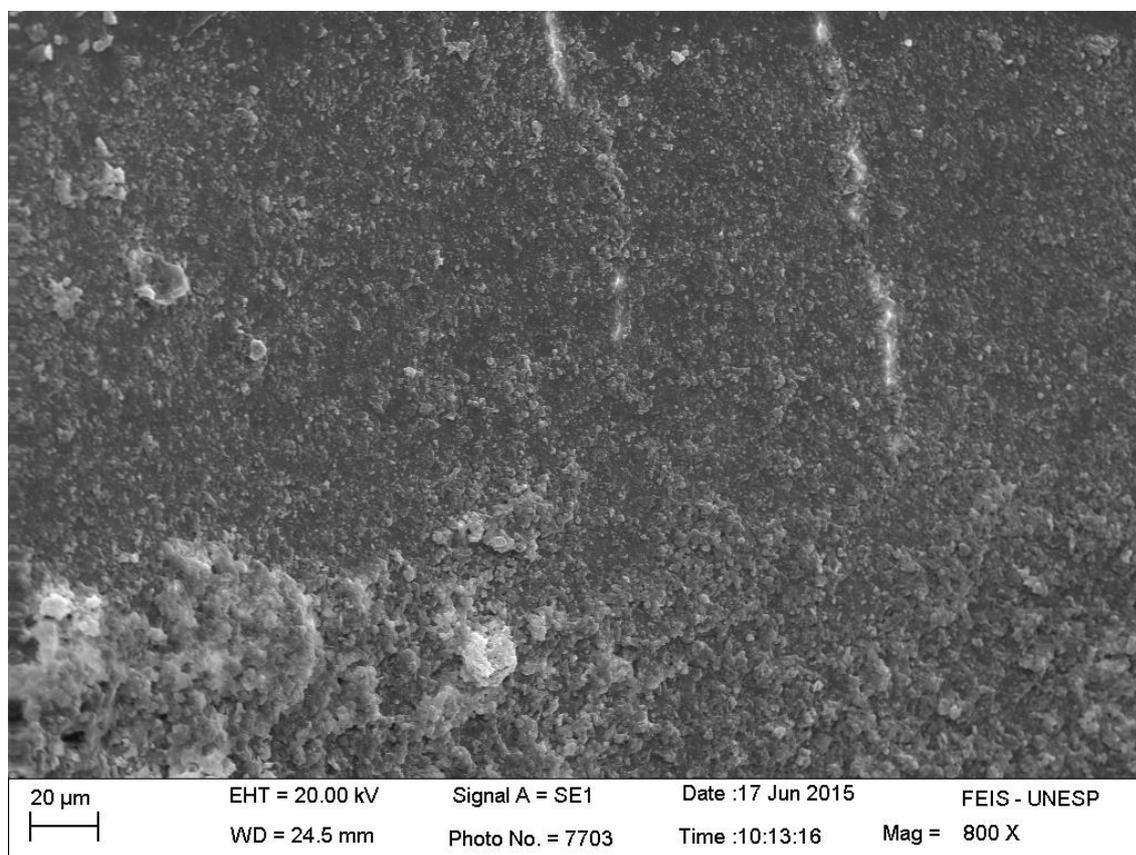
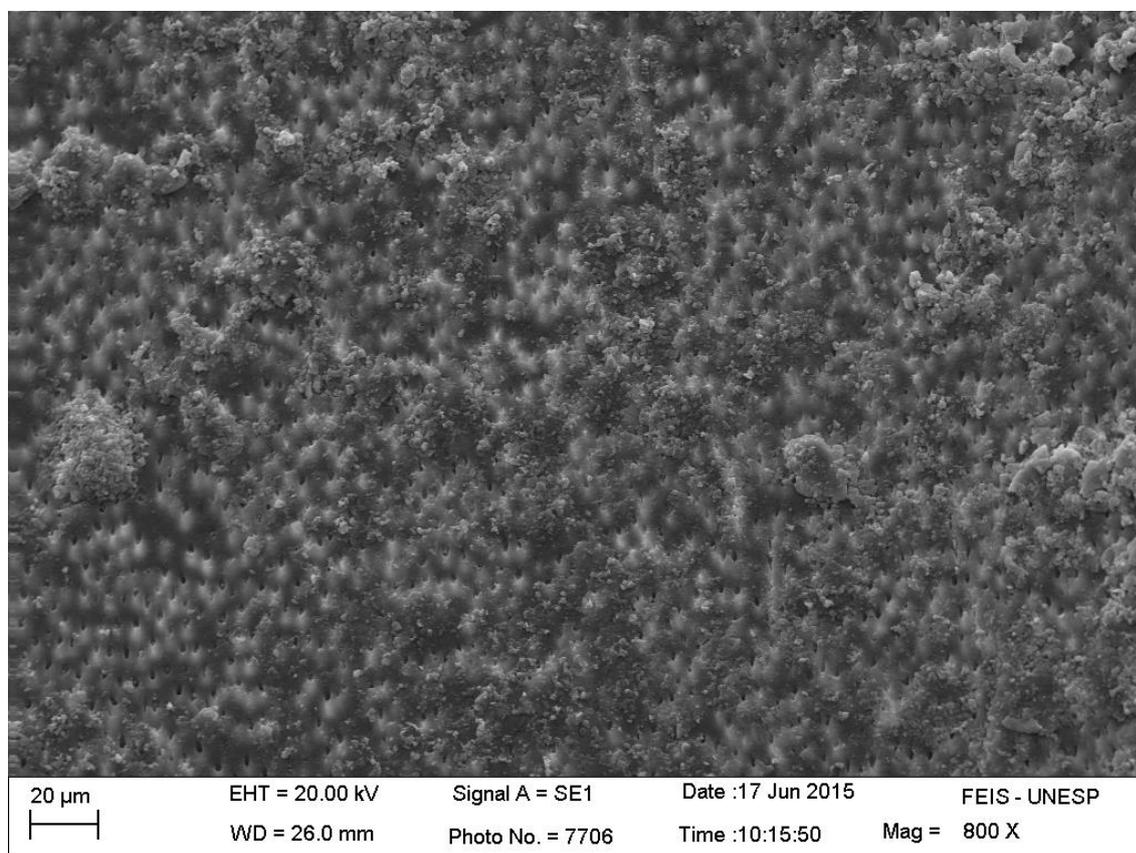


Figura 6. Amostra representativa da dentina intrarradicular irrigada com ácido poliacrílico, do grupo U200, no terço médio.



TABELAS

Tabela 1. Adesivos e cimentos resinosos utilizados neste estudo.

Marca comercial	Produto	Lote #	Composição*	Fabricante
Scotchbond Universal Adhesive	Sistema adesivo universal fotopolimerizável	1314900467	Monômero fosfato MDP, resinas dimetacrilato, HEMA, copolímero Vitrebond™, partículas de carga, etanol, água, iniciadores, silano,	3M ESPE, St, Paul, MN, EUA
Scotchbond Universal DCA	Ativador dual	1312701068	Sulfinato toluene de sódio, etanol,	3M ESPE, St, Paul, MN, EUA
RelyX ARC	Cimento resinoso convencional	1309200341	<u>Pasta base:</u> Bis GMA, TEGDMA, Peróxido de Benzoila, <u>Pasta Catalisadora:</u> Bis GMA, TEGDMA, Amina, Sistema Fotoativador, Carga: Zircônia Sílica 67,5% p	3M ESPE, St, Paul, MN, EUA
RelyX U200	Cimento resinoso autoadesivo	491941	<u>Pasta base:</u> monômeros de metacrilato contendo grupos de ácidos fosfóricos, monômeros de metacrilatos, partículas de carga silanizados, components iniciadores, estabilizadores, aditivos reológicos, <u>Pasta catalisadora:</u> monômeros de metacrilatos, partículas de carga alcalino (básico), partículas silanizadas, components iniciadores, estabilizadores, pigmentos, aditivos reológicos,	3M ESPE, St, Paul, MN, EUA
Maxcem Elite	Cimento resinoso autoadesivo	4771220	Monômeros de éster de metacrilado não curado, partículas de carga inertes mineral, fluoreto de itérbio, ativadores, estabilizadores, corantes,	Kerr, Orange, CA, EUA

*De acordo com os fabricantes,

Tabela 2. Análise de Variância três critérios para medidas repetidas da resistência de união pelo teste de *Push-Out*.

Variável	DF	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F-Valor	p-Valor	Poder do teste
Materiais	2	177,311	88,656	32,783	<,0001*	1,000
Soluções	4	57,017	14,254	5,271	,0009*	,970
Materiais*Soluções	8	72,422	9,053	3,348	,0025*	,967
Tópico (Grupo)	75	202,825	2,708			
Categoria para Região	2	809,464	404,732	172,903	<,0001*	1,000
Categoria para Região*Materiais	4	80,735	20,184	8,623	<,0001*	1,000
Categoria para Região *Soluções	8	27,528	3,441	1,470	,1727	,643
Categoria para Região *Materiais*Soluções	16	90,428	2,341	2,414	,0030*	,988
Categoria para Região*Tópico (Grupo)	150	351,121	2,341			

*Significativamente diferente $p < 0,05$

Tabela 3. Resistência de união por extrusão (*push-out*) (MPa) dos agentes condicionantes nos diferentes terços da dentina intrarradicular no grupo SBU.

	Água destilada	Clorexidina	Hipoclorito de sódio	Ácido Poliacrílico	Nanopartícula de prata
Cervical	4,72 (1,22) Aa	6,12 (2,37) Aa	7,62 (3,19) Aa	5,03 (2,62) Aa	6,63 (1,85) Aa
Medio	3,27 (0,92) Ba	0,24 (0,27) Bc	1,52 (1,10) Bbc	1,58 (1,13) Bb	3,01 (1,53) Ba
Apical	0,27 (0,29) Cb	0,03 (0,08) Bb	0,65 (0,61) Bab	1,54 (1,34) Ba	1,76 (1,56) Ba

*Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, apresentam diferença estatisticamente significativa (5%).

Tabela 4. Resistência de união por extrusão (*push-out*) (MPa) dos agentes condicionantes nos diferentes terços da dentina intrarradicular no grupo U200.

	Água destilada	Clorexidina	Hipoclorito de sódio	Ácido Poliacrílico	Nanopartícula de prata
Cervical	5,70 (2,65) Aab	6,21 (2,89) Aab	7,73 (2,44) Aa	3,33 (3,16) Ab	7,28 (2,67) Aa
Medio	3,75 (1,22) Aa	3,80 (1,00) Ba	4,42 (0,80) Ba	1,17 (0,61) Bb	3,44 (2,46) Ba
Apical	2,34 (0,97) Ba	0,89 (0,68) Cb	2,01 (1,47) Cab	0,86 (0,76) Bb	1,29 (0,75) Bab

*Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, apresentam diferença estatisticamente significativa (5%).

Tabela 5. Resistência de união por extrusão (*push-out*) (MPa) dos agentes condicionantes nos diferentes terços da dentina intrarradicular no grupo MCE.

	Água destilada	Clorexidina	Hipoclorito de sódio	Ácido Poliacrílico	Nanopartícula de prata
Cervical	4,63 (2,23) Aa	2,93 (1,39) Ab	2,23 (0,75) Ab	2,48 (0,59) Ab	2,63 (1,06) Ab
Medio	0,93 (0,62) Bab	1,11 (0,86) Bab	0,68 (0,63) Bb	1,07 (0,44) Bab	1,42 (0,33) Ba
Apical	0,63 (0,42) Bb	1,35 (0,93) Ba	0,84 (0,71) Bab	0,46 (0,39) Bb	0,63 (0,32) Bb

*Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, apresentam diferença estatisticamente significativa (5%).

Anejos

ANEXO A – Comprovante de aprovação pelo comitê de ética

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA - CÂMPUS DE
ARAÇATUBA - JÚLIO DE

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: ANÁLISE DA INTERFACE ADESIVA ENTRE PINOS DE FIBRA DE VIDRO E DENTINA INTRARRADICULAR SUBMETIDA À IRRIGAÇÃO COM DIFERENTES AGENTES CONDICIONANTES

Pesquisador: Paulo Henrique dos Santos

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 05142812.4.0000.5420

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba - UNESP

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 154.622

Data da Relatoria: 05/11/2012

Apresentação do Projeto:

O projeto apresenta-se adequadamente elaborado. O projeto de pesquisa apresenta objetivo definido em avaliar a interação de agentes condicionadores e tipos de cimentos resinosos na cimentação de pinos de fibra de vidro nos diferentes terços da dentina intraradicular, através dos testes de resistência de união, capacidade de selamento e avaliação de propriedades mecânicas da interface adesiva.

Objetivo da Pesquisa:

O projeto apresenta objetivos bem definidos e está muito bem estruturado. Será avaliada a interação de agentes condicionantes e tipos de cimentos resinosos na cimentação de pinos de fibra de vidro nos diferentes terços da dentina intraradicular.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não haverá riscos para pacientes, uma vez que serão utilizados dentes obtidos do Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP. Os resultados obtidos na pesquisa trarão benefícios diretos aos pacientes que necessitarem de tratamento restaurador envolvendo o uso de pinos de fibra de vidro intraradiculares.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A metodologia proposta é abrangente procurando responder a proposta da pesquisa, sem atingir diretamente o indivíduo por utilizar dentes humanos extraídos.

Endereço: JOSE BONIFACIO 1193

Bairro: VILA MENDONÇA

CEP: 16.015-050

UF: SP

Município: ARACATUBA

Telefone: (18)3636-3200

Fax: (18)3636-3332

E-mail: anacmsn@foa.unesp.br

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA - CÂMPUS DE
ARAÇATUBA - JÚLIO DE



Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados, de modo adequado, os termos necessários para a apreciação do projeto.

Recomendações:

Nada a acrescentar.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto de pesquisa apresenta objetivo definido em realizar a avaliação da interação de agentes condicionantes e tipos de cimentos resinosos na cimentação de pinos de fibra de vidro nos diferentes terços da dentina intraradicular. Os antecedentes científicos e a bibliografia justificam a pesquisa e há um delineamento metodológico, com uma amostragem de 75 dentes humanos extraídos. O pesquisador esclarece que não haverá risco, pois os dentes a serem utilizados no estudo serão obtidos do Banco de Dentes. Os documentos apresentados estão devidamente preenchidos. Por não haver pendências propõe-se a aprovação do referido projeto.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

O projeto de pesquisa apresenta objetivo definido em realizar a avaliação da interação de agentes condicionantes e tipos de cimentos resinosos na cimentação de pinos de fibra de vidro nos diferentes terços da dentina intraradicular. Os antecedentes científicos e a bibliografia justificam a pesquisa e há um delineamento metodológico, com uma amostragem de 75 dentes humanos extraídos. O pesquisador esclarece que não haverá risco, pois os dentes a serem utilizados no estudo serão obtidos do Banco de Dentes. Os documentos apresentados estão devidamente preenchidos. Não havendo pendências, o CEP propõe a aprovação do projeto de pesquisa.

ARAÇATUBA, 26 de Novembro de 2012

Assinador por:

Ana Claudia de Melo Stevanato Nakamune
(Coordenador)

Endereço: JOSE BONIFACIO 1193

Bairro: VILA MENDONCA

CEP: 16.015-050

UF: SP

Município: ARACATUBA

Telefone: (18)3636-3200

Fax: (18)3636-3332

E-mail: anacmsn@foa.unesp.br

ANEXO B – Referências da Introdução Geral

1. Ayad MF, Bahannan SA, Rosenstiel SF. Influence of irrigant, dowel type, and root-reinforcing material on fracture resistance of thin-walled endodontically treated teeth. *J Prosthodont* 2011;20:180-9.
2. Foxton RM, Nakajima M, Tagami J, Miura H. Adhesion to root canal dentine using one and two-step adhesives with dual-cure composite core materials. *J Oral Rehab* 2005;32:97-104.
3. Pelegrine RA, De Martin AS, Cunha RS, Pelegrine AA, da Silveira Bueno CE. Influence of chemical irrigants on the tensile bond strength of an adhesive system used to cement glass fiber posts to root dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;110:e73-6.
4. Mao H, Chen Y, Yip KH, Smales RJ. Effect of three radicular dentine treatments and two luting cements on the regional bond strength of quartz fibre posts. *Clin Oral Investig* 2001;15:869-78.
5. Usumez A, Cobankara FK, Ozturk N, Eskitascioglu G, Belli S. Microleakage of endodontically treated teeth with different dowel systems. *J Prosthet Dent* 2004;92:163-9.
6. Cantoro A, Goracci C, Vichi A, Mazzoni A, Fadda GM, Ferrari M. Retentive strength and sealing ability of new self-adhesive resin cements in fiber post luting. *Dent Mater* 2011;27:e197-204.

7. Cecchin D, de Almeida JF, Gomes BP, Zaia AA, Ferraz CC. Effect of chlorhexidine and ethanol on the durability of the adhesion of the fiber post relined with resin composite to the root canal. *J Endod* 2011a;37:678-83.
8. Albashaireh ZS, Ghazal M, Kern M. Effects of endodontic post surface treatment, dentin conditioning, and artificial aging on the retention of glass fiber-reinforced composite resin posts. *J Prosthet Dent* 2001;103:31-9.
9. Santos V, Perdigão J, Gomes G, Silva AL. Sealing ability of three fiber dowel systems. *J Prosthodont* 2009;18:566-76.
10. Cecchin D, Farina AP, Guerreiro CA, Carlini-Júnior B. Fracture resistance of roots prosthetically restored with intra-radicular posts of different lengths. *J Oral Rehabil* 2010;37:116-22.
11. Gu XH, Mao CY, Liang C, Wang HM, Kern M. Does endodontic post space irrigation affect smear layer removal and bonding effectiveness? *Eur J Oral Sci* 2009;117:597-603.
12. Bitter K, Perdigão J, Hartwig C, Neumann K, Kielbassa AM. Nanoleakage of luting agents for bonding fiber posts after thermomechanical fatigue. *J Adhes Dent* 2011;13:61-9.
13. Hikita K, Van Meerbeek B, De Munck J, Ikeda T, Van Landuyt K, Maida T, Lambrechts P, Peumans M. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. *Dent Mater* 2007;23:71-80.
14. Abo-Hamar SE, Hiller KA, Jung H, Federlin M, Friedl KH, Schmalz G. Bond strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel. *Clin Oral Invest* 2005;9:161-7.

15. Cantoro A, Goracci C, Papacchini F, Mazzitelli C, Fadda GM, Ferrari M. Effect of pré-cure temperature on the bonding potential of self-etch and self-adhesive resin cements. *Dent Mater* 2008;24:577-83.
16. Reis A, Grandi V, Carlotto L, Bortoli G, Patzlaff R, Rodrigues Accorinte Mde L, Dourado Loguercio A. Effect of smear layer thickness and acidity of self-etching solutions on early and long-term bond strength to dentin. *J Dent* 2005;33:549-59.
17. De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dent Mater* 2004;20:963-71.
18. Ibarra G, Johnson GH, Geurtsen W, Vargas MA. Microleakage of porcelain veneer restorations bonded to enamel and dentin with a new self-adhesive resin-based dental cement. *Dent Mater* 2007;23:218-25.
19. Holderegger C, Sailer I, Schuhmacher C, Schlöpfer R, Hämmerle C, Fischer J. Shear bond strength of resin cements to human dentin. *Dent Mater* 2008;24:944-50.
20. Jacques P, Hebling J. Effect of dentin conditioners on the microtensile bond strength of a conventional and a self-etching primer adhesive system. *Dent Mater* 2005;21:103-9.
21. Gomes-Filho JE, Silva FO, Watanabe S, Cintra LT, Tendoro KV, Dalto LG, Pacanaro SV, Lodi CS, de Melo FF. Tissue reaction to silver nanoparticles dispersion as an alternative irrigating solution. *J Endod* 2010; 36:1698-702.
22. Guerisoli DMZ, Marchesan MA, Walmsley AD, Lumley PJ, Pecora JD. Evaluation of smear layer removal by EDTAC and sodium hypochlorite with ultrasonic agitation. *Int Endod J* 2002;35:418-21.

23. Lessa FCR, Nogueira I, Huck C, Hebling J, Costa, CAS. Transdental cytotoxic effects of different concentrations of chlorhexidine gel applied on acid-conditioned dentin substrate. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2010;92B:40-7.
24. Hashem AAR, Ghoneim AG, Lutfy RA, Fouda MY. The effect of different irrigating solutions on bond strength of two root canal-filling systems. *J Endod* 2009;35:537-40.
25. Pavan S, Dos Santos PH, Berger S, Bedran-Russo AKB. The effect of dentin pretreatment on the microtensile bond strength of self-adhesive resin cements. *J Prosthet Dent* 2010;104:258-64.
26. Erdemir A, Eldeniz AU, Belli S. Effect of the gutta-percha solvents on the microhardness and the roughness of human root dentine. *J Oral Rehabil* 2004;31:1145-8.
27. Zhang L, Huang L, Xiong Y, Fang M, Chen J-H, Ferrari M. Effect of post-space treatment on retention of fiber posts in different root regions using two self-etching systems. *Eur J Oral Sci* 2008;116:280-6.
28. Mecholsky Jr, JJ. Fracture mechanics principles. *Dental Materials* 1995;11:111-2.
29. Shahdad SA, McCabe JF, Bull S, Rusby S, Wassell RW. Hardness measured with traditional Vickers and Martens hardness method. *Dental Materials* 2007;23:1079-85.
30. Sabbagh J, Vreven J, Leloup G. Dynamic and static moduli of elasticity of resin-based materials. *Dental Materials* 2002;18:64-71.
31. Cecchin D, de Almeida JF, Gomes BP, Zaia AA, Ferraz CC. Influence of chlorhexidine and ethanol on the bond strength and durability of the adhesion of the fiber posts to root dentin using a total etching adhesive system. *J Endod* 2011b;37:1310-5.

ANEXO C – Normas da revista selecionada para a publicação do artigo

CAPÍTULO 1

JOURNAL OF DENTISTRY

Editor-in-Chief

Christopher D, Lynch
 School of Dentistry
 Cardiff University
 Heath Park, Cardiff.
 CF14 4NQ, UK
 Email: lynchcd@cardiff.ac.uk

Editorial Office

Elsevier Ltd
 Stover Court
 Bampfylde Street
 Exeter
 EX1 2AH. UK
 Tel: +44 (0) 1392 285841
 Fax: +44 (0) 1865 853132
 E-mail: JOD@elsevier.com

The *Journal of Dentistry* is the leading international dental journal within the field of Restorative Dentistry. Placing an emphasis on publishing novel and high-quality research papers, the Journal aims to influence the practice of dentistry at clinician, research, industry and policy-maker level on an international basis.

Topics covered include the management of dental disease, periodontology, endodontology, operative dentistry, fixed and removable prosthodontics, and dental biomaterials science, long-term clinical trials including epidemiology and oral health, dental education, technology transfer of new scientific instrumentation or procedures, as well clinically relevant oral biology and translational research. Submissions are welcomed from other clinically relevant areas, however, the Journal places an emphasis on publishing high-quality and novel research.

Queries in relation to manuscript content should be directed to the Journal Editorial Office in the first instance.

Submissions

Authors are requested to submit their original manuscript and figures via the online submission and editorial system for *Journal of Dentistry*. Using this online system, authors may submit manuscripts and track their progress through the system to publication. Reviewers can download manuscripts and submit their opinions to the editor. Editors can manage the whole submission/review/revise/publish process. Please register at: <http://ees.elsevier.com/jjod>

Types of paper

Contributions falling into the following categories will be considered for publication:

- Original Research Reports: maximum length 6 printed pages approximately 20 typescript pages, including illustrations and tables.
- Review articles: maximum length 10 printed pages, approximately 33 typescript pages, including illustrations and tables.
- Short communication for rapid publication: maximum length 2 printed pages, approximately 7 typescript pages, including illustrations.
- Letters providing informed comment and constructive criticism of material previously published in the Journal.

All typescripts must be accompanied by a Permission Note. This is a letter signed by each author (not just the corresponding author), affirming that the paper has been submitted solely to *Journal of Dentistry* and that it is not concurrently under consideration for publication in another journal. Prospective authors should

confirm that the submitted work, including images, are original. Authors are reminded that if included images (e.g. Tables and Figures) have been previously published may require copyright permission.

Authorship: Only those persons who have made a significant contribution to the manuscript submitted should be listed as authors. The Editor-in-Chief expects that a manuscript should normally have no more than 6 authors, unless a case is made by the corresponding author within the article cover letter to include other authors. All of the named authors should have been involved in the work leading to the publication of the paper and should have read the paper before it is submitted for publication.

Notes for Typescript Preparation

The **title page** should contain the following information:

- Title of paper
- Short title
- Name(s), job titles and address(es) of author(s) (no academic degrees necessary)
- Name, address, telephone, fax and e-mail of the corresponding author
- Up to 6 keywords

Spelling: International English.

Authors are urged to write as concisely as possible.

The house style of *Journal of Dentistry* requires that articles should be arranged in the following order: Title, Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, Tables, Figures. A **cover letter** should accompany the new manuscript submission, within which the authors should indicate the significance of the work being submitted in a statement no more than 100 words. A signed **permission note** (details below) must also be included.

Abstract: should not exceed 250 words and should be presented under the following subheadings: Objectives, Methods; Results; Conclusions (For Reviews: Objectives; Data; Sources; Study selection; Conclusions). A 50 word 'Clinical Significance' statement should appear at the end of the abstract advising readers of the clinical importance and relevance of their work. These subheadings should appear in the text of the abstract. Please repeat the title of the article at the top of the abstract page.

Introduction: must be presented in a structured format, covering the following subjects, although not under subheadings: succinct statements of the issue in question, and the essence of existing knowledge and understanding pertinent to the issue. In keeping with the house style of *Journal of Dentistry*, the final paragraph of the introduction should clearly state the aims and/or objective of the work being reported. Prospective authors may find the following form of words to be helpful: "The aim of this paper is to ..." Where appropriate, a hypothesis (e.g. null or a priori) should then be stated.

Keywords: up to 6 keywords should be supplied.

Abbreviations and acronyms: terms and names to be referred to in the form of abbreviations or acronyms must be given in full when first mentioned.

Units: SI units should be used throughout. If non-SI units must be quoted, the SI equivalent must immediately follow in parentheses.

The complete names of individual teeth must be given in the text. In tables and legends for illustrations individual teeth should be identified using the FDI two-digit system.

Statistics

Statistical methods should be described with enough detail to enable a knowledgeable reader with access to the original data to verify the reported results. When possible, findings should be quantified and appropriate measures of error or uncertainty (such as confidence intervals) given. Details about eligibility criteria for subjects, randomization and the number of observations should be included. The computer software and the statistical method(s) used should be specified with references to standard works when possible (with pages specified). See http://www.icmje.org/manuscript_1prepare.html for more detailed guidelines.

References: These should appear in the text in numerical order and should follow a modified form of the Vancouver Reference system (details may be found at <http://www.icmje.org/index.html#reference>). Please note that the house style of the *Journal of Dentistry* is different from the standard Vancouver reference style in that it includes a requirement:

- to refer to the name of the Journal in full
- to put the name of the Journal in Italics
- to put the volume number in bold

Examples as follows:

Journal articles

Lynch CD, Frazier KB, McConnell RJ, Blum IR, Wilson NHF. State-of-the-art techniques in Operative Dentistry: contemporary teaching of posterior composites in UK and Irish dental schools. *British Dental Journal* 2010; **209**: 129 - 36.

Wilson NHF, Mjör I. The teaching of class I and class II direct composite restorations in European dental schools. *Journal of Dentistry* 2000; **28**: 15-21.

Please note that in-press/ accepted articles that are awaiting assignment of page numbers should be cited including their DOI number (Digital Object Identifier), for example:

Books

Lynch CD. Successful posterior composites. London: Quintessence Publishing Co., 2008.

Book chapters

Phillips SJ, Whisnant JP. The role of dentine under restorations. In: Laragh JH, Brenner BM, editors. The science of restorative dentistry. 2nd ed. Oxford: Elsevier; 2003. p.266-78.

If there are seven or more authors please list the first six and et al., otherwise list all authors. Journal titles should be given in full, If websites are used as references, the full URL should be cited, along with the date on which it was accessed.

Illustrations: should be submitted electronically using appropriate commercial software. Prospective authors should follow the relevant guidelines (available from: <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>). In addition, it is noted that while authors sometimes need to manipulate images for clarity, manipulation for purposes of deception or fraud will be seen as scientific ethical abuse and will be dealt with accordingly. For graphical images, journals published by Elsevier apply the following policy: no specific feature within an image may be enhanced, obscured, moved, removed, or introduced. Adjustments of brightness, contrast, or color balance are acceptable if and as long as they do not obscure or eliminate any information present in the original. Nonlinear adjustments (e.g. changes to gamma settings) must be disclosed in the figure legend.

Offprints and page charges: no page charges are levied on articles published in *Journal of Dentistry*. The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail. The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use.

The Editor and Publisher reserve the right to make such corrections to typescripts as may be necessary for clarity of expression, or to conform to the style required.

Randomised controlled trials: All randomised controlled trials submitted for publication in *Journal of Dentistry* should include a completed Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT) flow chart. Submitted manuscripts that do not include this flow chart, where appropriate, will be rejected without entering the review process. Please refer to the CONSORT statement website at <http://www.consort-statement.org> for more information. *Journal of Dentistry* has adopted the proposal from the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) which require, as a condition of consideration for publication of clinical trials, registration in a public trials registry. Trials must register at or before the onset of patient enrolment. The clinical trial registration number should be included at the end of the abstract of the article. For this purpose, a clinical trial is defined as any research study that prospectively assigns human participants or groups of humans to one or more health-related interventions to evaluate the effects of health outcomes, Health-related interventions include any intervention used to modify a biomedical or health-related outcome (for example drugs, surgical procedures, devices, behavioural treatments, dietary interventions, and process-of-care changes). Health outcomes include any biomedical or health-related measures obtained in patients or participants, including pharmacokinetic measures and adverse events. Purely observational studies (those in which the assignment of the medical intervention is not at the discretion of the investigator) will not require registration. Further information can be found at <http://www.icmje.org>

Disclosure of Clinical Trial Results: In line with the position of the International Committee of Medical Journal Editors, the journal will not consider results posted in the same clinical trials registry in which primary registration resides to be prior publication if the results posted are presented in the form of a brief structured (less than 500 words) abstract or table. However, divulging results in other circumstances (eg. investors' meetings) is discouraged and may jeopardise consideration of the manuscript. Authors should fully disclose all posting in registries of results of the same or closely related work.

Patient consent: Studies on patients or volunteers require ethics committee approval and informed consent which should be documented in your paper. Patients have a right to privacy. Therefore identifying information, including patients images, names, initials, or hospital numbers, should not be included in videos, recordings, written descriptions, photographs, and pedigrees unless the information is essential for scientific purposes and you have obtained written informed consent for publication in print and electronic form from the patient (or

parent, guardian or next of kin where applicable). If such consent is made subject to any conditions. Elsevier must be made aware of all such conditions. Written consents must be provided to Elsevier on request. Even where consent has been given, identifying details should be omitted if they are not essential. If identifying characteristics are altered to protect anonymity, such as in genetic pedigrees, authors should provide assurance that alterations do not distort scientific meaning and editors should so note. If such consent has not been obtained, personal details of patients included in any part of the paper and in any supplementary materials (including all illustrations and videos) must be removed before submission.

Proofs: Proofs will be sent to the author (first-named author if no corresponding author is identified on multi-authored papers) by PDF wherever possible and should be returned within 48 hours of receipt, preferably by e-mail. Corrections should be restricted to typesetting errors; any other amendments made may be charged to the author. Any queries should be answered in full. Elsevier will do everything possible to get your article corrected and published as quickly and accurately as possible. Therefore, it is important to ensure that all of your corrections are returned to us in one all-inclusive e-mail or fax. Subsequent additional corrections will not be possible, so please ensure that your first communication is complete.

Should you choose to mail your corrections, please return them to: Log-in Department, Elsevier, Stover Court, Bampfylde Street, Exeter, Devon EX1 2AH, UK.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors whose articles appear in journals published by Elsevier, to comply with potential manuscript archiving requirements as specified as conditions of their grant awards. To learn more about existing agreements and policies please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>

The decision of the Editor-in-Chief is final in relation to all manuscript submissions.

AUTHOR INFORMATION Aug 2015

CAPÍTULO 2

The Journal of Adhesive Dentistry

GUIDELINES FOR AUTHORS

The Journal of Adhesive Dentistry is a bi-monthly journal that publishes scientifically sound articles of interest to practitioners and researchers in the field of adhesion to hard and soft dental tissue, The Journal publishes several types of peer-reviewed original articles:

1. **Clinical and basic science research reports** - based on original research in adhesive dentistry and related topics.
2. **Reviews** - on topics related to adhesive dentistry
3. **Short communications** - of original research in adhesive dentistry and related topics. Max. 2 printed pages, including figures and references. High priority will be given to the review of these papers to speed publication.
- 4a. **Invited focus articles** – presenting position or hypothesis on a basic science or clinical subject of relevant related topics. These articles are not intended for the presentation of original results and the authors of the articles are selected by the Editorial Board.
- 4b. **Invited commentaries** – critiquing a focus article by addressing the strong and weak points of the focus article. These are selected by the Editorial Board in consultation with the focus article author, and the focus article and the commentaries on it are published in sequence in the same issue of the Journal.
5. **Invited guest editorials** – may periodically be solicited by the Editorial Board.
6. **Proceedings of symposia, workshops, or conferences** – covering topics of relevance to adhesive dentistry and related topics.
7. **Letters to the Editors** – May be submitted to the editor-in-chief; these should normally be no more than 500 words in length.

SUBMISSION INSTRUCTIONS

Submission of manuscripts in order of preference:

1. Submission via online submission service (www.manuscriptmanager.com/jadd). Manuscript texts should be uploaded as PC-word files with tables and figures preferably embedded within the PC-word document. A broad range of file formats are acceptable. No paper version required but high resolution photographs or illustrations should be sent to the editorial office (see below). Online submissions are automatically uploaded into the editorial office's reviewer assignment schedule and are therefore processed immediately upon upload.
2. Submission via e-mail as a PC-word document (richter@quintessenz.de). Illustrations can be attached in any format that can be opened using Adobe Photoshop. (TIF, GIF, JPG, PSD, EPS etc.) or as Microsoft PowerPoint Documents (ppt). No paper version required but high resolution photographs or illustrations should be sent to the editorial office.
3. One paper copy of the manuscript plus a floppy diskette or CD-ROM (mandatory) containing a PC-word file of the manuscript text, tables and legends. Figures should be included on the disk if possible in any format that can be opened using Adobe Photoshop, (Tif, Gif, Jpg, PSD, EPS etc.) or as a Microsoft PowerPoint Document (ppt).

Mailing address:

Quintessenz Verlags-GmbH, Juliane Richter
The Journal of Adhesive Dentistry
Komturstr, 18, D-12099 Berlin, Germany.

Illustrations that cannot be sent electronically will be scanned at the editorial office so that they can be sent to reviewers via e-mail along with the manuscript to expedite the evaluation process. Resubmitted manuscript should also be submitted in the above manner. Please note that supplying electronic versions of your tables and illustrations upon resubmission will assure a faster publication time if the manuscript is accepted.

Review/editing of manuscripts. Manuscripts will be reviewed by the editor-in-chief, and at least two reviewers with expertise within the scope of the article. The publisher reserves the right to edit accepted manuscripts to fit the space available and to ensure conciseness, clarity, and stylistic consistency, subject to the author's final approval.

Adherence to guidelines. Manuscripts that are not prepared in accordance with these guidelines will be returned to the author before review.

MANUSCRIPT PREPARATION

The Journal will follow as much as possible the recommendations of the International Committee of Medical Journal Editors (Vancouver Group) in regard to preparation of manuscripts and authorship (Uniform Requirements for manuscripts submitted to biomedical journals. *Ann Intern Med* 1997;126:36-47).

Title page. The first page should include the title of the article (descriptive but as concise as possible) and the name, degrees, job title, professional affiliation, contribution to the paper (e.g., idea, hypothesis, experimental design, performed the experiments in partial fulfillment of requirements for a degree, wrote the manuscript, proofread the manuscript, performed a certain test, consulted on and performed statistical evaluation, contributed substantially to discussion, etc.) and full address of all authors. Phone, fax, and e-mail address must also be provided for the corresponding author, who will be assumed to be the first-listed author unless otherwise noted. If the paper was presented before an organized group, the name of the organization, location, and date should be included.

3-8 keywords.

Structured abstract. Include a maximum 250-words structured abstract (with headings Purpose, Materials and Methods, Results, Conclusion).

Introduction. Summarize the rationale and purpose of the study, giving only pertinent references. Clearly state the working hypothesis.

Materials and Methods. Present materials and methods in sufficient detail to allow confirmation of the observations. Published methods should be referenced and discussed only briefly, unless modifications have been made. Indicate the statistical methods used, if applicable.

Results. Present results in a logical sequence in the text, tables, and illustrations. Do not repeat in the text all the data in the tables or illustrations; emphasize only important observations.

Discussion. Emphasize the new and important aspects of the study and the conclusions that follow from them. Do not repeat in detail data or other material given in the Introduction or Results section. Relate observations to other relevant studies and point out the implications of the findings and their limitations.

Acknowledgments. Acknowledge persons who have made substantive contributions to the study. Specify grant or other financial support, citing the name of the supporting organization and grant number.

Abbreviations. The full term for which an abbreviation stands should precede its first use in the text unless it is a standard unit of measurement.

Clinical Relevance. Please include a very brief (2 sentences or 3 lines) clinical relevance statement.

REFERENCES

All references must be cited in the text, according to the alphabetical and numerical reference list.

The reference list should appear at the end of the article, in alphabetical and numerical sequence.

Do not include unpublished data or personal communications in the reference list. Cite such references parenthetically in the text and include a date.

Avoid using abstracts as references.

Provide complete information for each reference, including names of all authors. If the reference is part of a book, also include title of the chapter and names of the book's editor(s).

Journal reference style:

1. Turp JC, Kowalski CJ, Stohler CS. Treatment seeking patterns of facial pain patients: Many possibilities, limited satisfaction. *J Orofacial Pain* 1998;12:61-66

Book reference style:

1. Hannam AG, Langenbach GEJ, Peck CC. Computer simulations of jaw biomechanics. In: McNeill C (ed), *Science and Practice of Occlusion*, Chicago: Quintessence, 1997:187-194.

ILLUSTRATIONS

All illustration must be numbered and cited in the text in order of appearance.

Paper version

The figure number and first author's last name should be indicated on the back of each photograph or on the mount of each slide. Also indicate the top edge lightly in pencil.

Do not mark author's name on duplicates!

Do not bend, fold, or use paper clips. Do not mount slide in glass.

For protection against damage or loss, authors should retain duplicate slides and illustrations.

All illustrations are returned after publication.

Original artwork must be provided with original submission.

Black & white – Submit three sets of high-quality glossy prints. Should the quality prove inadequate, negatives will be requested as well. Photographs should be unmounted and untrimmed.

Radiographs – Submit the original radiograph as well as two sets of prints.

Color – Original slides (35mm transparencies) must be submitted, plus two sets of prints made from them. When instruments and appliances are photographed, a neutral background is best; structured fabrics are unsuitable.

Line drawings – Figures, charts, and graphs should be Professionally drawn and lettered large enough to be read after reduction. Good-quality computer-generated laser prints are acceptable (no photocopies); also provide electronic file if possible. Lines within graphs should be of a single weight unless special emphasis is needed.

Legends – Figure legends should be grouped on a separate sheet and typed double-spaced.

TABLES

Each table should be logically organized, on a separate sheet, and numbered consecutively.

The title and footnotes should be types on the same sheet as the table.

MANDATORY SUBMISSION FORM

The Mandatory Submission Form, signed by all authors, must accompany all submitted manuscripts before they can be reviewed for publication. Electronic submission: scan the signed form and submit as JPG or TIF file.

PERMISSION & WAIVERS

Permission of author and publisher must be obtained for the direct use of material (text, photos, drawings) under copyright that does not belong to the author.

Waivers must be obtained for photographs showing persons. When such waivers are not supplied, faces will be masked to prevent identification. For clinical studies the approval of the ethics committee must be presented.

PAGE CHARGE

The first 8 printed pages in an article are free of charge. For excess pages, the charge is €140 per printed page.

The approximate number of characters on a printed page is approximately 6,800. Please also consider the number and size of illustrations.