

João Gustavo Rabelo Ribeiro

**Avaliação de tratamentos de superfície em
diferentes sistemas cerâmicos e seu efeito na
resistência de união a um cimento resinoso**

Araraquara

2005

João Gustavo Rabelo Ribeiro

**Avaliação de tratamentos de superfície em
diferentes sistemas cerâmicos e seu efeito na
resistência de união a um cimento resinoso**

Dissertação apresentada ao Curso de
Pós-graduação da Faculdade de
Odontologia de Araraquara, Universidade
Estadual Paulista, para a obtenção do
Título de Mestre em Reabilitação Oral
(Área de concentração: Prótese).

Orientador: **Prof. Dr. José Cláudio Martins Segalla**

Araraquara

2005

Ribeiro, João Gustavo Rabelo

Avaliação de tratamentos de superfície em diferentes sistemas cerâmicos e seu efeito na resistência de união a um cimento resinoso / João Gustavo Rabelo Ribeiro. – Araraquara : [s.n.], 2005.

168 f. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. José Cláudio Martins Segalla

1. Cerâmica 2. Prótese parcial fixa 3. Materiais dentários
4. Resistência ao cisalhamento I. Título

DADOS CURRICULARES

JOÃO GUSTAVO RABELO RIBEIRO

Nascimento 14/11/1979 – Varginha-MG

Filiação José Fabiano Vilela Ribeiro
Maria do Carmo Rabelo Ribeiro

1998-2001 Curso de Graduação
Faculdade de Odontologia de Três Corações –
UNINCOR

2002-2004 Curso de Especialização em Prótese Dentária
Faculdade de Odontologia de Três Corações –
UNINCOR

2003-2005 Curso de Pós-Graduação em Reabilitação Oral – Área
de Prótese (nível Mestrado)
Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP

DEDICO E AGRADEÇO

Agradeço primeiramente a DEUS, por ter me proporcionado a saúde e disposição para concluir este curso, além da constante proteção durante as longas viagens de Araraquara a Varginha e Três Corações.

Aos meus Pais, Maria do Carmo e Fabiano, pela oportunidade e incentivo para realização deste Mestrado, obrigado pela alegria com que participaram desta etapa de minha vida, vocês sabem o quanto foram e são importantes para mim.

Aos meus irmãos Fabiano, José Carlos e Cristina, pela amizade, cumplicidade e apoio não só na profissão, mas também na vida. Obrigado!

Ao Caê, meu irmão e amigo, primeiro incentivador e exemplo na profissão e na carreira acadêmica, obrigado pelos ensinamentos, pelo apoio e oportunidades, obrigado pela confiança.

Ao Caco, não somente professor, orientador e colega de república, mas principalmente um grande amigo. Obrigado por confiar em mim e me dar a oportunidade de realizar MEU GRANDE SONHO, entrar no mestrado em Reabilitação Oral nesta Faculdade. Obrigado pelos ensinamentos, tão válidos na realização da monografia de especialização, desta dissertação de mestrado, na clínica, na docência e pela amizade desprendida de quaisquer interesses.

Ao Alexandre, segundo incentivador na Odontologia, não só professor e orientador, mas amigo. Amigo que divide conhecimentos, alegrias e sofrimentos. Obrigado por todas as oportunidades dadas,

desde a monitoria no 4º ano de Faculdade, passando pelos cursos de atualização e especialização, como aluno e professor. Tenho certeza que sem seu apoio não estaria onde estou. Você tem grande participação nesta conquista.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À Professora Doutora, Rosemary Adriana Chiérici Marcantonio, Diretora da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista.

Ao Professor Doutor, José Cláudio Martins Segalla, Vice-diretor da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista.

Ao Professor Doutor Gelson Luis Adabo, Coordenador da Pós-graduação em Reabilitação Oral da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista. Obrigado pela disponibilidade contínua e apoio durante todo o curso de mestrado.

À Professora Regina, Helena Barbosa Tavares da Silva, Chefe do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista.

Aos Professores do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese desta Faculdade, Ana Cláudia, Ana Lúcia, Carlos Cruz, Carlos Vergani, Cinara, Eunice, Francisco (Kiko), Gelson, Geraldo, Guedes, Ivan, João Arioli, José Cláudio, Lígia, Marco Antônio, Norberto Catanzaro, Regina, Renata, Sérgio Nogueira e Sérgio Russi. Obrigado por dividirem comigo seus conhecimentos e experiência. Tenho certeza que serão indispensáveis na carreira da docência.

Ao Professor Cruz, obrigado pela amizade, confiança e oportunidades dadas, realmente é muito bom trabalhar com você!

À Professora Regina, pelo constante apoio durante as clínicas de Prótese Fixa, pela atenção com que via e comentava as fotos tiradas nessa clínica. Pela preocupação com minha tese, sempre prestes a ajudar em todas as situações. Sua atenção foi o combustível para que eu procurasse fazer sempre mais, obrigado mesmo!

Ao Professor Norberto Catanzaro, responsável pela análise estatística deste trabalho. Obrigado pela constante disponibilidade e atenção com que me recebeu desde o ano do estágio até nos momentos mais difíceis.

Ao Professor Geraldo pelo apoio na realização dos ensaios mecânicos e presteza em qualquer momento de necessidade.

À Professora Renata, pela ajuda dada durante a adequação da metodologia deste trabalho.

À Disciplina de Prótese Parcial Removível, por ceder os dispositivos utilizados nos ensaios mecânicos de resistência ao cisalhamento.

À Faculdade de Odontologia da Universidade Vale do Rio Verde de Três Corações – UNINCOR, na pessoa de seu Reitor, Professor Doutor Adair Ribeiro.

Aos Professores da Faculdade de Odontologia da Universidade Vale do Rio Verde de Três Corações – UNINCOR. Em especial ao Professor Geraldo, obrigado pela maneira com que nos passaram seus conhecimentos, eles foram essenciais para que pudesse realizar este mestrado da melhor forma possível.

Ao Professor Marcos (Marquinhos), pessoa de caráter ímpar, dono de inteligência e habilidade peculiares. Você realmente me ajudou muito na Odontologia, desde o exemplo dado como professor dedicado até os ensinamentos na clínica.

Aos Funcionários e Estagiários do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese desta Faculdade, Adelaide, Adelaidinha, Ângela, Cida, Cláudio, Dulce, Eric, Inês, João Vitto, José Carlinhos, Júnior, Malú, Manoel, Marcelo, Martinha, Maria Lúcia, Moacir e Silvinha, pela amizade sincera e convivência harmoniosa.

Ao Manoel, meu amigo, pelos ensinamentos, troca de experiências na prótese laboratorial e principalmente pelo convívio agradável no trabalho e lazer.

À Martinha e Silvinha pela amizade e apoio dados a mim nesses 3 anos de UNESP, obrigado! Adoro vocês!

Aos Funcionários da Seção de Pós-Graduação desta Faculdade, José Alexandre, Mara, Rosângela, Silvia e Vera pela constante disponibilidade e amor com que realizam seu trabalho.

Aos Funcionários da Biblioteca, desta Faculdade, Adriano, Cidinha, Ceres, Cristina, Eliane, Inês, Maria Helena, Maria José, Marley, D. Odete, Sandra e Silvia, pela ajuda na pesquisa bibliográfica, ficha catalográfica e referências dessa dissertação, além da dedicação constante ao trabalho.

A todos os funcionários da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista, em especial à Conceição, D. Maria, pela amizade, carinho e paciência a mim dispensados.

Aos colegas da Pós-Graduação em Reabilitação Oral desta Faculdade, Adriana Beloti, Alessandro, Ana Carolina, Ana Paula, André, Andréia, Anelise, Anne, Daniela, Débora, Eduardo, Ewerton, Fabiana, Fabiano, Hércules, Janaína, José Maurício, Juliana, Karin, Karina, Luciano, Marcelo, Mariana, Matheus, Max, Michael, Nara, Polyanna, Raphael, Roberta, Rosângela, Sabrina, Sicknam, Suzana, Túlio, Vanessa e Weber pelos duros momentos de estudo, pelas oportunidades de aprendizado, principalmente na arte da docência, obrigado pela força dada durante esses dois anos!

Ao Vitinho, meu amigo, pessoa extremamente crítica, que certamente teve responsabilidade especial em minha formação. Sempre com uma crítica construtiva, conseguia ver sempre uma possibilidade de melhoria em cada aula ou trabalho. Obrigado de verdade!

À Adriana Beloti e Fabiano, pessoas que como eu tiveram a sorte de serem orientadas pelo Caco. Obrigado pela total disponibilidade que sempre tiveram para ajudar. Saibam que me espelho em vocês. Vocês são exemplos de inteligência, amor e dedicação à Odontologia.

À Juliana, aluna de responsabilidade e inteligência ímpar, responsável pela adequação da metodologia empregada neste trabalho. Você é show!

Ao Marcelo, pela ajuda na confecção dos corpos-de-prova de porcelana feldspática.

Aos amigos do doutorado, Alessandro, André, Eduardo, Fabiano e Túlio, por me “adotarem” e me darem a honra de participar com eles do seu grupo de estudo. Obrigado pela confiança e pelos excelentes e inesquecíveis momentos que passamos.

Ao Fabiano e Marcinho por despertarem em mim o gosto pela Periodontia, disciplina indispensável a um Protesista.

Aos amigos Mariana, Matheus, Murilo, Polyanna, Zé Maurício e Zeca, amigos para todas as horas, pessoas que estavam sempre dispostas a ajudar seja na vida pessoal ou profissional. Realmente amigos nos bons e maus momentos.

Ao Sicknam, pelo grande incentivo durante as jornadas acadêmicas, cada crítica e elogio estão guardados comigo, obrigado!

Ao Rafael pela competência e disposição com que ajudou a mim e a Luciano com o trabalho do SBPqO do ano de 2004.

Ao Max por ter me emprestado sua tese e pelo convite para participar do curso de cerâmica em São Carlos, saiba que isto foi instrumento de grande valia na elaboração deste trabalho.

À Robertinha, minha dupla nas clínicas e seminários, obrigado por suportar meu jeito muitas vezes difícil de ser. Sempre organizada e caprichosa me ensinou muito com seu jeito e atitudes. Adorei ser seu parceiro!

Aos estagiários do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese desta Faculdade, Caroline, Juliê, Laiza, Luciano e Oriana. Pessoas que estão trilhando o mesmo caminho que eu. Espero que vocês consigam atingir seus objetivos, sorte!

Aos alunos e ex-alunos da especialização em Prótese desta Faculdade, Carioca, Elaine, Flávia, Lílian, Luciano, Mariana, Paulinho, Renan e os demais.

Aos colegas da Pós-Graduação, desta Faculdade, em especial a Beatriz, Flamarion, Gabriela, Ivan, Juliana Moraes, Juliana Rico, Miltinho e Rafael (Pério), Cris (Orto), Adriano, Carol, Darlon, Hugo, Hugo Alvin, Martin, Neto, Renato e Vitor Gustavo (Dentística), Érica, Fabíola, Murilo, Pedro (Pediatria), Fernando, Gustavo e Érica (Endo), Adriano, Guilherme, Igor, Joãozinho e Leandro (Cirurgia) pela troca de experiência nos estudos e convívio sempre agradável nos momentos de lazer.

Aos alunos de graduação desta Faculdade, sempre dispostos a ouvir e acatar nossas orientações, pela amizade e ótimos momentos nas baladinhas do DA.

À Fernanda, pessoa linda e especial, que me deu ânimo para prosseguir nos momentos finais de escrita desta dissertação. Obrigado pelo apoio, Te Amo!!!

A todos os pacientes obrigado pela paciência e confiança! Vocês nos proporcionaram aquisição de muitos conhecimentos.

Aos amigos, pela compreensão da ausência necessária e pela amizade que não muda mesmo sem nos vermos constantemente, tenho certeza que posso contar com todos vocês sempre. E contem comigo, obrigado!

Ao Paulinho (da Cantina), por toda a ajuda desde a época do estágio e amizade sincera, obrigado!

À Adriana Beloti (do Fabiano), companhia sempre agradável nos momentos de lazer.

À família do Caco, Ana Cristina, José Antônio e Mariana pelo carinho com que me receberam todas as vezes que fui até Bauru.

À família do Fabiano, D. Joana, D. Djanira, Betinho, Daniela, Lúcia e Tatá, pelo convívio em família.

À PROAP, pelo apoio financeiro para confecção dos corpos de prova.

À Capes, pela concessão de bolsa de estudo, muito útil para realização deste trabalho.

À Maria Lúcia Carneseca Montoro, pela revisão gramatical e ortográfica deste trabalho.

Ao laboratório de prótese Sanitá, pela confecção dos corpos de prova de In-Ceram Alumina.

Ao protético Paulo Roberto Joveliano, pela confecção dos corpos de prova de IPS Empress II.

Ao LIPEM, Laboratório Integrado de Pesquisa de Biocompatibilidade de Materiais, da Faculdade de odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo – USP, nas pessoas dos técnicos Ricardo de Souza Antunes e Edson Volta e da responsável, Professora Doutora Rossana Pereira de Almeida Antunes, pela presteza e disponibilidade incomparáveis na realização dos ensaios de ciclagem térmica, a qualidade de seu trabalho foi essencial nesse trabalho.

Ao CCDM, Centro de Caracterização e Desenvolvimento de Materiais, da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, nas pessoas

de Fabíola M. Spiandorello Bueno e o técnico Kleber, pela atenção e competência na realização das fotomicrografias eletrônicas.

Enfim, a todas as pessoas que direta ou indiretamente ajudaram para que este SONHO se realizasse.

Sumário

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	22
3. PROPOSIÇÃO.....	87
4. MATERIAL E MÉTODO.....	89
4.1. Materiais utilizados.....	90
4.1.1. Materiais cerâmicos.....	90
4.1.2. Materiais para tratamento de superfície.....	91
4.2. Métodos.....	92
4.2.1. Resistência de união cerâmica/cimento resinoso.....	92
4.3.1. Topografia de superfície.....	104
4.4.1. Planejamento estatístico.....	111
5. RESULTADO.....	113
5.1. Resistência de união.....	114
5.2. Tipos de falha.....	124
5.2. Topografia de superfície.....	127
6. DISCUSSÃO.....	133
7. CONCLUSÃO.....	144
8. REFERÊNCIAS.....	146
APÊNDICE.....	161
RESUMO.....	163
ABSTRACT.....	166

Introdução

1 INTRODUÇÃO

O emprego das cerâmicas na odontologia reporta ao século XVIII, desde que Alexis Duchateau substituiu os dentes de animais por dentes cerâmicos para a confecção de próteses, buscando melhorias na estética. No ano de 1839, John Murphy obteve a primeira restauração em porcelana, desenvolvendo a técnica da lâmina de platina. No início do século XX, com o surgimento da porcelana feldspática ou de alumina, as coroas de jaqueta começaram a ser utilizadas, porém eram observados problemas como baixa resistência à fratura e desajuste cervical considerável. Por estes motivos, sua aplicação foi limitada aos dentes anteriores. Na década de 60, com a introdução dos sistemas metalocerâmicos, as porcelanas tornaram-se clássicas nas reabilitações orais, sendo ainda hoje a modalidade restauradora mais utilizada⁴.

Como principais vantagens das restaurações metalocerâmicas, podem se citadas a boa adaptação marginal e a alta resistência à fratura, proporcionadas pela liga metálica, e a estética, proporcionada pela porcelana de cobertura. No entanto, para obter o efeito estético de profundidade e de transparência da restauração, necessita-se de, no mínimo, 1,0 mm de espaço para porcelana³⁷, o que, somado à espessura do metal, acarreta um grande desgaste dental. Muitas vezes isso se torna difícil, principalmente nas regiões cervicais, quando se pretende manter a vitalidade pulpar em dentes que já

sofreram, mesmo que moderada, recessão gengival e que necessitam de preparos expulsivos desde o chanfro subgengival. Além disso, o metal opacificado bloqueia a transmissão da luz¹², resultando em restaurações com reflexão diferente da dos dentes naturais e com colos escurecidos, dando aspecto inflamado às margens gengivais. Soma-se a isso, a possibilidade de sensibilidade alérgica a metais apresentada por alguns pacientes⁴.

Atualmente, com a demanda de uma odontologia mais estética, preocupações com a biocompatibilidade das próteses, os problemas encontrados nas restaurações metalocerâmicas e a melhoria das técnicas dos sistemas adesivos propiciaram o ressurgimento das restaurações totalmente cerâmicas. Além da vantagem estética, as cerâmicas dentais apresentam radiopacidade, condutibilidade e coeficiente de expansão térmica semelhantes aos dos dentes naturais, estabilidade de cor, ótima biocompatibilidade devido à alta estabilidade química, resistência à compressão e alta resistência à abrasão, além de serem economicamente acessíveis^{4,12,55}.

Vários estudos^{3,39,40} relacionados com a fabricação das cerâmicas têm resultado na melhoria desse material nos últimos 35 anos. Aliados à utilização dos sistemas adesivos para cimentação, o dente e a porcelana tornam-se uma unidade com resistência mecânica capaz de restabelecer uma harmonia oclusal balanceada⁹. Os fabricantes obtiveram uma melhoria na estrutura química e nos métodos de processamento das

cerâmicas, o que propiciou um aumento na resistência à flexão em até 10 vezes mais do que as porcelanas feldspáticas usadas para coroas de jaqueta^{5,65,68}. Além desse aumento na resistência, houve também melhorias na adaptação marginal, item crítico desse tipo de restauração, que é considerado atualmente clinicamente aceitável. Apesar de mais resistentes, essas cerâmicas apresentam-se opacas, por isso indicadas, na maioria das vezes, como infra-estrutura, sendo portanto necessária a cobertura com uma cerâmica mais estética, geralmente porcelana feldspática, o que a torna uma alternativa estética às próteses metalocerâmicas⁴².

A cimentação é um processo vital para o sucesso clínico das restaurações totalmente cerâmicas. Essas restaurações, segundo indicações de alguns fabricantes, podem ser cimentadas utilizando-se cimentos à base de fosfato de zinco, ionômero de vidro ou resina. Porém, a cimentação com cimento resinoso é necessária para determinados tipos de restauração^{17,33,45}. A união do sistema adesivo aos tecidos dentais por microrretenções mecânicas promovidas pelo condicionamento ácido e pela hibridização da dentina, mecanismos amplamente estudados e conhecidos^{13,41}. Da mesma maneira que o dente, a cerâmica necessita ser tratada favoravelmente para otimizar a união micromecânica entre cerâmica e resina.

Porém, quando se fala em cerâmica, não necessariamente está se falando de um único material, visto que existem vários sistemas

cerâmicos com diferentes composições químicas e métodos de processamento para diferentes indicações, o que muitas vezes torna difícil a sua classificação. Por essa razão, parece ser imprescindível a realização de condicionamento da superfície cerâmica específico para cada sistema a fim de aumentar as microrretenções mecânicas determinando uma melhoria na união cerâmica/cimento resinoso^{9,12,51,67}.

Existem muitas opções disponíveis para realizar a asperização da superfície interna das cerâmicas, tais como: condicionamento com diferentes ácidos^{2,6,7,12,15,16,19,20,21,22,24,27-30,35,44,47,51,56,57,59,61,64,67,69}, asperização com fresas diamantadas^{6,30,35,48,63,64} e jateamento com partículas abrasivas^{6,12,29,30,31,33,36,38,44,45,47,57,63,64,69,70}, havendo ainda a possibilidade de associação entre os métodos^{8,44,57}. Os mais comumente utilizados na clínica, principalmente devido ao baixo custo e à facilidade desses procedimentos, são: condicionamento com ácido fluorídrico 10%, variando o tempo de acordo com o sistema cerâmico, ou o jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50 µm. Além disso, há a possibilidade de realizar a silanização das cerâmicas, tratamento que permite a formação de união química entre a fase inorgânica da cerâmica e a fase orgânica do cimento resinoso¹.

Diante de dúvidas existentes quanto ao tratamento superficial de diferentes sistemas cerâmicos, julgou-se necessário estudar a resistência de união de três cerâmicas submetidas a diferentes tratamentos superficiais a um cimento resinoso, empregando-se, para

isso, o ensaio mecânico de cisalhamento. Concomitantemente, descrever a topografia superficial dos diferentes sistemas cerâmicos após a realização dos tratamentos superficiais.

Revisão da Literatura

2 REVISÃO DA LITERATURA

Simonsen e Calamia⁵⁹ (1983) avaliaram o efeito de diferentes tempos de condicionamento ácido na resistência à tração entre porcelana e resina composta. Foram confeccionadas 25 amostras em porcelana feldspática. Estas foram divididas em cinco grupos (n=5), os quais foram condicionados com ácido clorídrico 7,5% pelos seguintes períodos: 1) sem condicionamento ácido (controle); 2) 2,5 minutos; 3) 5 minutos; 4) 10 minutos; 5) 20 minutos. Após os tratamentos, uma amostra de cada grupo foi analisada por microscopia eletrônica. Um cilindro em resina composta pré-polimerizada foi unido às amostras após os tratamentos. O teste de tração foi realizado em máquina de ensaios mecânicos. Na análise por microscopia eletrônica, foram observadas porosidades na porcelana em todas as amostras que receberam o ácido (Grupos 2, 3, 4 e 5). No teste de tração, os valores das médias dos grupos variaram entre 0,6 MPa (Grupo controle) e 7,5 MPa (Grupo 5). O Grupo controle promoveu falha adesiva, enquanto os demais grupos apresentaram falha mista, sendo uma parte fratura adesiva e outra parte coesiva da porcelana.

Calamia e Simonsen¹⁴ (1984) avaliaram o efeito de silanos na resistência à tração entre porcelana e resina composta. Foram confeccionadas 40 amostras em porcelana feldspática, as quais foram

divididas em quatro grupos (n=10) e receberam um dos seguintes tratamentos: 1) solução de ácido fluorídrico e sulfúrico por 20 minutos/resina composta; 2) solução de ácido fluorídrico e sulfúrico por 20 minutos/silano 1/resina composta; 3) solução de ácido fluorídrico e sulfúrico por 20 minutos/silano 2/resina composta; 4) resina composta. O teste de tração foi realizado em máquina de ensaios mecânicos. As médias dos resultados dos quatro grupos foram: Grupo 1 – 11,46 MPa; Grupo 2 – 11,30 MPa; Grupo 3 – 14,33 MPa e Grupo 4 – 8,26 MPa. Segundo os autores, o condicionamento ácido é mais importante para resistência de união que a utilização do silano, porém, melhores resultados são obtidos quando se associa o condicionamento ácido com um silano específico.

Calamia et al.¹⁵ (1985) avaliaram o efeito do ácido fluorídrico na resistência ao cisalhamento entre porcelanas e resina composta. Para esse estudo, foi utilizado o ácido fluorídrico nas concentrações de 5%, 7,5% e 10%, com tempos de condicionamento de 2,5 e 20 minutos, aplicado sobre três porcelanas feldspáticas (Biobond, Ceramco e Vita) e uma porcelana aluminizada. Após as combinações de todos os tratamentos sobre todas as porcelanas, foi aplicada sobre as amostras uma resina composta, a qual foi fotoativada no local. O teste de cisalhamento foi realizado em máquina de ensaios mecânicos. Os maiores valores foram encontrados com o ácido fluorídrico 5%, sendo as

médias, após 2,5 e 20 minutos, respectivamente: Biobond (17,5 MPa e 5,3 MPa), Ceramco (21,0 MPa e 7,0 MPa), Vita (18,3 MPa e 8,3 MPa), Aluminizada (11,7 MPa e 2,3 MPa). Para todas as concentrações do ácido fluorídrico, o tempo de condicionamento de 2,5 minutos promoveu resultados significativamente maiores do que aqueles obtidos com o tempo de 20 minutos. As porcelanas feldspáticas apresentaram resultados estatisticamente superiores à porcelana aluminizada em todas as combinações de tratamento. Os autores salientaram que para maximizar a resistência de união porcelana/resina composta, seria necessário utilizar diferentes concentrações de ácido e diferentes tempos de condicionamento para diferentes porcelanas.

Stangel et al.⁶¹ (1987) avaliaram as alterações na superfície da porcelana causadas por diferentes tratamentos além do efeito de alguns desses tratamentos na resistência ao cisalhamento entre porcelana e resina composta. Primeiramente foram confeccionados discos (n=12) (10,0 mm de diâmetro e 2,0 mm de espessura) de porcelana feldspática (Microbond), seis pela técnica da folha de platina e seis pela técnica do refratário. Esses discos foram divididos aleatoriamente em grupos e submetidos a um dos seguintes tratamentos de superfície: 1) sem tratamento (controle); 2) ácido fluorídrico 52% por 1,5 minutos; 3) ácido fluorídrico 20% por 2,5 minutos; 4) ácido fluorídrico 20 % por 5 minutos; 5) ácido fluorídrico 20% por 10 minutos; 6) ácido

fluorídrico 20% por 20 minutos. As amostras foram analisadas em microscópio eletrônico para a avaliação da morfologia da superfície. Os autores observaram que a topografia superficial variou de acordo com a concentração do ácido, tempo de condicionamento e condição de queima. A superfície com maior retenção micromecânica foi proporcionada pelo tratamento 3. Em uma segunda fase do experimento, foram confeccionados mais 42 discos em porcelana feldspática, os quais foram divididos em dois grupos (n=21). Um dos grupos não recebeu nenhum tratamento de superfície, enquanto o outro foi condicionado com ácido fluorídrico 20% por 2,5 minutos. Cada grupo foi dividido em três subgrupos (n=7), os quais receberam um dos seguintes tratamentos: A) sem tratamento, B) silano (Porcelain Bonding), C) silano/adesivo (Creation Bond). Sobre todas as amostras foi aplicada resina composta (Visar Seal), que foi fotoativada no local com o auxílio de uma matriz. Os corpos de prova foram armazenados em água à temperatura ambiente por 7 dias e submetidos ao teste de cisalhamento em máquina de ensaios mecânicos com velocidade de 2 mm/min. As médias dos resultados das amostras sem tratamento e condicionadas com ácido foram, respectivamente: Grupo A – 3,08 MPa e 15,58 MPa; Grupo B – 5,24 MPa e 18,68 MPa e Grupo C – 8,80 MPa e 19,37 MPa. Houve diferença significativa entre todos os grupos, com exceção dos Grupos B e C após o condicionamento ácido, os quais foram iguais entre si e apresentaram os maiores resultados. O condicionamento ácido aumentou

significativamente a resistência de união nos três grupos. O uso do silano também aumentou a média dos resultados em todos os grupos. Já o adesivo melhorou a resistência de união somente nas amostras que não receberam o condicionamento ácido. Sem o tratamento com o ácido, os Grupos A, B e C apresentaram falha adesiva. Já quando o ácido foi utilizado, o Grupo A apresentou falha mista e os Grupos B e C apresentaram falha coesiva da porcelana.

Lacy et al.³⁵ (1988) investigaram o efeito de seis diferentes tratamentos de superfície de porcelanas feldspáticas na resistência de união ao cisalhamento entre resina composta e porcelana tratada. Foram confeccionados seis grupos com dez amostras cada. Para o Grupo A foi realizada asperização com ponta diamantada; Grupo B, asperização com ponta diamantada e silanização; Grupo C – asperização com ponta diamantada e condicionamento com flúor fosfato acidulado 1,23% por 10 minutos; Grupo D – asperização com ponta diamantada condicionamento com flúor fosfato acidulado 1,23% por 10 minutos e silanização; Grupo E – asperização com ponta diamantada, condicionamento com ácido fluorídrico 9,5% por 4 minutos e Grupo F – asperização com ponta diamantada, condicionamento com ácido fluorídrico 9,5% por 4 minutos e silanização. As amostras foram armazenadas em água por 24 horas. Posteriormente foram testadas em máquina de ensaios universal a uma velocidade de cisalhamento de 5 mm/min. Os resultados mostraram os

seguintes valores médios em MPa: A – 6,9; B – 15,0; C – 7,9; D – 38,7; E – 9,4 e F – 46,8. Os autores concluíram que: a) o agente silano foi efetivo no estabelecimento de união entre a resina e a porcelana; b) o agente silano utilizado em conjunto com o condicionamento ácido da porcelana pode criar uma união maior que a resistência coesiva da porcelana; c) o condicionamento da porcelana sem aplicação de silano não promove maior união à resina que a ponta diamantada; d) o flúor fosfato acidulado 1,23% pode ser substituído pelo ácido fluorídrico 9,5%, porém concentrações menores requererão maior tempo de condicionamento.

Senda et al.⁵⁶ (1989) avaliaram o efeito de ácidos na superfície da porcelana em microscópio eletrônico de varredura. Foram confeccionados 84 discos em porcelana feldspática pela técnica do refratário. Estes foram divididos em 3 grupos: 1) flúor fosfato acidulado, 2) ácido fluorídrico, 3) (controle) sem tratamento. O tratamento efetivado no grupo 1 promoveu pequenas alterações na superfície da porcelana. Já no Grupo 2, a superfície se apresentou com maiores rugosidades. Segundo os autores, a rugosidade superficial promovida na porcelana pelo flúor fosfato acidulado pareceu ser insuficiente para promover a união com a resina composta. Já o ácido fluorídrico promoveu retenções micro mecânicas satisfatórias para a efetividade desta união.

Edris et al.²⁴ (1990) examinaram por meio de microscopia eletrônica de varredura as alterações superficiais produzidas por três agentes condicionadores em três porcelanas comerciais: Mirage, Vita VMK e Ceramco II. No grupo I seis amostras tiveram o glase removido por jateamento com óxido de alumínio. No grupo II, seis amostras não tiveram glase removido. As amostras foram divididas em três subgrupos com os seguintes tratamentos: 1. Super Etch (Mirage Porcelain System) contendo ácido nítrico, ácido clorídrico e ácido fluorídrico por 90 segundos; 2. Stripit, contendo ácido fluorídrico e ácido sulfúrico por 120 segundos; 3. APF, contendo fluoreto de sódio, ácido fluorídrico e ácido fosfórico (pH 3,6) por 10 minutos. Os espécimes foram cobertos com ouro e visualizados em magnificação de 2000 vezes com microscópio eletrônico de varredura. As fotomicrografias foram comparadas visualmente por quatro pesquisadores para características morfológicas das superfícies condicionadas. O tratamento com Super Etch mostrou padrão de uma série de buracos e canais variando de 0,5 a 1,2mm. Estes buracos e canais pareceram maiores e mais largos na porcelana Ceramco II que na porcelana Vita VMK e mais numerosos que na porcelana Mirage. O tratamento com Stripit, se mostrou similar ao do Super Etch, porém o condicionamento pareceu ser mais pronunciado e agressivo. O tratamento com APF produziu a menor mudança morfológica. Somente causou rugosidades na superfície com ausência de buracos e canais, produzindo aparentemente a menor retentividade. Nos corpos com glase

foi observado padrão de condicionamento menos pronunciado que quando comparados às amostras jateadas. Após obtenção dos resultados, foi possível os autores concluir que: a) os padrões de condicionamento são visualmente diferentes para cada porcelana; b) O ácido fluorídrico em combinação com outros ácidos produziram padrões de condicionamento similares nas 3 porcelanas; c) O flúor fosfato acidulado (APF) produziu padrão de condicionamento superficial diferente do padrão proporcionado pelo ácido fluorídrico nas três porcelanas.

Sorensen et al.⁶⁰ (1991) avaliaram o efeito de tratamentos de superfície na resistência ao cisalhamento entre resina composta e cerâmica. Neste estudo, foram confeccionados 360 discos (9,0 mm de diâmetro e 2,0 mm de espessura) com diferentes cerâmicas (n=40): VMK - Vita VMK 68 (feldspática), VTN - Vitadur N (reforçada por alumina), HCC - Hi-Ceram Core (reforçada por alumina), HCW - Hi-Ceram Core Wash (reforçada por alumina), MIR - Mirage (feldspática), OPT - Optec (reforçada por leucita), CRN - Cerinate (feldspática), GCA - G-Cera (feldspática), CER - Ceramco II (feldspática). A superfície dos discos foi jateada com óxido de alumínio 50 µm (40 psi) e as amostras de cada cerâmica foram divididas em 4 subgrupos (n=10), os quais receberam um dos seguintes tratamentos: 1) sem tratamento (controle), 2) silano, 3) ácido fluorídrico 20% por 3 minutos, 4) ácido fluorídrico 20% por 3 minutos e silano. Sobre as amostras tratadas aplicou-se resina composta,

a qual foi fotoativada no local com o auxílio de uma matriz (3,65 mm de diâmetro e 2,0 mm de altura). Os corpos de prova foram armazenados em água a 37°C durante 7 dias, termociclados (1.000 ciclos de 1 minuto - 5° e 55°C) e submetidos ao teste de cisalhamento em máquina de ensaios mecânicos a uma velocidade de 1,25 mm/min. O tratamento com o ácido fluorídrico aumentou a resistência de união das porcelanas feldspáticas e das cerâmicas reforçadas por alumina, exceto nos Grupos GCA e HCW. A aplicação do silano após o condicionamento ácido não promoveu aumento na resistência de união em nenhuma das cerâmicas testadas. O tratamento apenas com o silano promoveu resultados semelhantes aos dos Grupos controle (sem tratamento), com exceção do Grupo MIR. Após o tratamento com o ácido fluorídrico, o qual promoveu os melhores resultados, as cerâmicas OPT (19,35 MPa), MIR (18,75 MPa) e CRN (17,38 MPa) foram iguais entre si e estatisticamente superiores que as cerâmicas GCA (12,70 MPa), CER (11,99 MPa), HCC (11,45 MPa), VMK (10,88 MPa), VTN (10,81 MPa) e HCW (9,37MPa).

Hayakawa et al.²⁵ (1992) investigaram a influência do condicionamento superficial da porcelana e a aplicação de 3 agentes silano na adesão entre resina e porcelana dental. Para isso utilizaram discos de porcelana embutidos em resina acrílica e realizaram um dos três procedimentos: 1. polimento com lixa nº 1000; 2. polimento com lixa nº. 1000 e condicionamento com ácido fosfórico; 3. polimento com lixa nº.

1000 e condicionamento com ácido fluorídrico por 60 segundos. As superfícies tratadas foram observadas no MEV. Silano foi aplicado às superfícies por 30 segundos e seco por 10 segundos. Uma matriz de silicona perfurada (3,2mm de diâmetro x 2mm de altura) foi colocada sobre a porcelana e restauradas com resina fotopolimerizada e restaurada sem nenhum adesivo e fotopolimerizada por 90 segundos. Foram confeccionadas amostras com os mesmos tratamentos, porém sem a aplicação do silano. As amostras foram imersas em água a 37 °C por 24 horas. A resistência de união ao cisalhamento foi mensurada em máquina de ensaios universal com velocidade de 2,0mm/min. Nos grupos que não receberam o silano, o tratamento com o ácido fluorídrico foi o que demonstrou melhores resultados. O tratamento com o ácido fluorídrico promoveu falha mista, enquanto os tratamentos com o ácido fosfórico e com o polimento com lixa promoveram falha adesiva. Quando o silano Cosmotech Porcelain Primer foi utilizado, a maior resistência de união foi alcançada no grupo tratado com o ácido fluorídrico, sendo que este tratamento foi significativamente maior que os demais. Para este silano, houve predomínio de falha mista. Não houve diferença estatística entre os tratamentos quando os silanos Laminabond Porcelain Primer e Optec Silane foram utilizados. Nestes grupos, predominou a falha coesiva da porcelana. Na análise em microscopia eletrônica, o ácido fluorídrico promoveu maior rugosidade na superfície da porcelana. Concluíram que o condicionamento com ácido fluorídrico não é necessário para se

conseguir forte adesão entre resina composta e porcelana se agentes silano que reajam com grupos OH da superfície da porcelana forem utilizados.

Agra et al.¹ (1993) estudaram, por meio de revisão de literatura, a importância do silano na união química entre porcelana e resina composta. Os autores concluíram que a união química ou a união mecânica, isoladamente, não são suficientes para suportar as forças mastigatórias que incidem na interface porcelana/resina composta. A melhor opção seria a associação entre os dois tipos de união, aplicando o silano (química) sobre a porcelana feldspática anteriormente condicionada com ácido fluorídrico (mecânica).

Suliman et al.⁶³ (1993) avaliaram o efeito de diferentes tratamentos de superfície e agentes de união na resistência ao cisalhamento entre porcelana e resina composta. Para este estudo, foram confeccionados 60 discos (10,0 mm de diâmetro e 5,0 mm de espessura) em porcelana feldspática (Vita VMK 68), os quais foram polidos com lixa nº. 600. As amostras foram divididas em 4 grupos (n=15), que receberam um dos seguintes tratamentos: 1) asperização com ponta diamantada, 2) ácido fluorídrico 9,6% durante 2 minutos, 3) jateamento com partículas de óxido de alumínio 50 µm por 15 segundos, 4) asperização com ponta diamantada e ácido fluorídrico 9,6% durante 2 minutos. Um agente silano

(Pulpdent) foi aplicado sobre todas as amostras. Cada grupo foi dividido em 3 subgrupos (n=5), os quais receberam um dos seguintes sistemas adesivos: Amalgambond, All Bond 2 ou Clearfil Porcelain Bond. Após a aplicação dos sistemas, cilindros (3,96 mm de diâmetro) em resina composta (Prisma APH) foram polimerizados sobre a superfície da porcelana. Os corpos de prova foram armazenados em água destilada por 1 semana, termociclados (500 ciclos de 1 minuto - 5° e 55°C) e submetidos ao teste em máquina de ensaios mecânicos (Instron) com velocidade de 5,0 mm/min. Para cada sistema adesivo estudado, o tratamento com o ácido fluorídrico, associado ou não à asperização com ponta diamantada, demonstrou os maiores valores. No entanto, não houve diferença estatística entre os tratamentos de superfície. O sistema Clearfil Porcelain Bond (17,78 MPa) promoveu resultados estatisticamente iguais aos do Sistema All Bond 2 (14,98 MPa) e superiores aos do sistema Amalgambond (13,40 MPa). Os sistema All Bond 2 e Amalgambond foram iguais entre si. Em todos os grupos houve predomínio de falha coesiva da porcelana.

Wolf et al.⁶⁹ (1993) estudaram a resistência de união de uma resina composta unida a porcelana tratada por diferentes tempos de condicionamento ácido e diferentes tamanhos de partícula abrasiva. Quarenta e cinco discos de porcelana Ceramco II foram obtidos, embutidos em resina acrílica, polidos até a lixa nº 600 e receberam os

seguintes tratamentos: grupos 1, 2, 3 e 4 condicionados com ácido fluorídrico 9,5% por 30, 60, 150 e 300 segundos respectivamente; grupos 5, 6, 7, 8, 9 jateados com partículas de óxido de alumínio de 10,2, 33,5, 48,0, 78,0 e 50,0 μm respectivamente. Foi verificada rugosidade superficial das amostras após os tratamentos. Amostras representativas de cada grupo foram analisadas em MEV. Foi então aplicado silano, adesivo e resina composta, sendo que a área de adesão com a porcelana foi de 3,0 mm de diâmetro. O ensaio mecânico de tração foi realizado em máquina de ensaios Instron com velocidade de 0,05 cm/min. Os maiores valores de resistência de união foram obtidos pelo grupo 3 (27 MPa, rugosidade 2,74), grupo 4 (25 MPa, rugosidade 3,84), grupo 2 (20 MPa, rugosidade 1,37) e grupo 9 (19 MPa, rugosidade 1,87), não diferentes estatisticamente entre si. Os resultados demonstraram que quanto maior o tempo de condicionamento ácido ou quanto maior o tamanho das partículas, maior é a rugosidade, porém, isso não implica em maiores valores de resistência de união.

Ozden et al.⁴⁸ (1994) avaliaram a resistência ao cisalhamento, com o uso de cimentos duais e com o emprego de diferentes tratamentos de superfície da porcelana. As 77 amostras foram divididas em 7 grupos: 1) Aplicação de silano (Monobond S); 2) Condicionamento com ácido fluorídrico 36% por 10 minutos; 3) Asperização com pontas diamantadas; 4) Asperização com pontas

diamantadas, condicionamento ácido e silanização; 5) Asperização com pontas diamantadas e silanização; 6) Condicionamento ácido e silanização; 7) Asperização com pontas diamantadas e condicionamento ácido. As amostras foram unidas com cimentos duais e armazenadas em água a 37 °C por 24 horas e então termocicladas e submetidas ao teste de cisalhamento. Os autores concluíram que: a) os maiores valores estavam relacionados com uso do silano junto com um procedimento mecânico de asperização; b) um aumento da resistência de união foi observado quando o silano foi usado na porcelana intacta, comparada com a resistência obtida após condicionamento ácido da superfície asperizada; c) o condicionamento ácido contribuiu para o aumento da resistência de união cimento/cerâmica, porém o uso de silano associado com condicionamento ácido resultou em valores semelhantes ao grupo que recebeu somente o condicionamento ácido; d) o uso do silano com a asperização e condicionamento ácido não aumenta os valores de resistência de união; e) após a termociclagem todas as amostras asperizadas com pontas diamantadas falharam.

Roulet et al.⁵² (1994) estudaram a hipótese de que a combinação de tratamentos superficiais afeta a resistência de união ao cisalhamento da interface resina/cerâmica de inlays cerâmicas diferentemente, e identificaram as variáveis que tem maior impacto na resistência de união ao cisalhamento. Os autores utilizaram 3 cerâmicas

(Dicor, Mirage e Vitablock), 3 métodos para tratamento superficial (Condicionamento ácido, jateamento e asperização), 3 silanos (MPS, MPS + paratoluidine, vinyltrichlorosilane), dois tratamentos térmicos (20 °C por 60 segundos e 100 °C por 60 segundos) e duas condições de armazenagem (24 horas a seco e um ano em água a 37 °C). Para cada uma das 108 combinações, cinco amostras foram usadas. O ensaio mecânico de cisalhamento foi realizado em máquina de ensaios Instron a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os autores concluíram que: a) o método de asperização teve o maior efeito na resistência de união enquanto a seleção da cerâmica teve o efeito menos significativo; b) dos métodos de tratamento superficial o condicionamento ácido obteve maiores valores de resistência de união em relação ao jateamento e asperização; c) a resistência de união das cerâmicas condicionadas permaneceu constante após armazenagem em água, enquanto a resistência de união das cerâmicas jateadas e asperizadas decresceu de 50 a 75% em relação às amostras armazenadas a seco; d) tratamento térmico das amostras cobertas com MPS a 100 °C resultaram em resistência de união duas vezes maior do que se não realizasse o tratamento térmico; e) o embricamento mecânico parece ser o fator de maior influência na resistência de união resina/cerâmica.

Thurmond et al.⁶⁴ (1994) avaliaram o efeito dos vários métodos de tratamento de superfície da porcelana na resistência de união

desta com uma resina composta. Duzentas amostras de porcelana foram confeccionadas e posteriormente polidas com lixa nº. 240, 10 grupos (n=20) foram estudados: 1) aplicação de agente de união; 2) jateamento, aplicação de ácido fosfórico 32%, silano e agente de união; 3) aplicação de primer A e B e agente de união; 4) aplicação e silano, primer A e B e agente de união; 5) asperização com ponta diamantada, aplicação de ácido fosfórico, silano e agente de união; 6) aplicação de ácido fluorídrico 8% e agente de união; 7) aplicação de ácido fluorídrico 8%, silano e agente de união; 8) jateamento, aplicação de ácido fluorídrico 8%, silano e agente de união; 9) jateamento e aplicação de agente de união; 10) jateamento, aplicação de ácido fosfórico, primer A e B e agente de união. Os grupos foram subdivididos em 2: um foi submetido ao ensaio mecânico após 24 horas e o outro foi submetido a 2.500 ciclos térmicos e 3 meses de estocagem e água 37°C. Os testes foram realizados em máquina de ensaios universal Instron em velocidade de 5 mm/min. Os autores concluíram que: a) alteração mecânica da superfície da porcelana é mais importante que agentes que promovem união química a porcelana; b) o tratamento de jateamento e condicionamento com ácido fluorídrico promoveu maior resistência de união que estes procedimentos separadamente; c) a resistência de união resina/porcelana decresceu com a estocagem em água e termociclagem; d) o padrão de falha da união resina/porcelana geralmente mudou de coesiva da porcelana para adesiva quando os valores de resistência de união eram menores ou

iguais a 13 MPa; e) a durabilidade da união resina/porcelana por agentes químicos é inferior àquela promovida pela alteração da superfície da porcelana pelo jateamento, condicionamento com ácido fluorídrico ou associação de ambas.

Aida et al.² (1995) avaliaram a resistência ao cisalhamento entre resina composta e porcelana após diferentes tratamentos de superfície. Foram confeccionados 120 discos (10,0 mm de diâmetro e 2,0 mm de espessura) em porcelana feldspática, os quais foram incluídos em resina acrílica e receberam um dos seguintes tratamentos (n=24): 1) polimento com lixa (nº. 1.000); 2) polimento com lixa (nº. 1.000) e condicionamento com ácido fosfórico durante 60 segundos; 3) polimento com lixa (nº. 1.000), condicionamento com ácido fosfórico durante 60 segundos e limpeza em ultra-som durante 20 minutos; 4) polimento com lixa (nº. 1.000) e condicionamento com ácido fluorídrico durante 60 segundos; 5) polimento com lixa (nº. 1.000), condicionamento com ácido fluorídrico durante 60 segundos e limpeza em ultra-som durante 20 minutos. Após os tratamentos, as amostras foram observadas em microscópio eletrônico para análise da rugosidade da superfície. As amostras de cada tratamento foram divididas em 3 subgrupos (n=8), os quais receberam um dos seguintes silanos: Porcelain Liner M (PLM), Tokuso Ceramic Primer (TCP) ou solução de etanol a 2% γ -metacriloxipropil trimetoxisilano (γ -MPTS/EtOH) (não disponível

comercialmente). Os silanos foram aplicados na superfície cerâmica tratada e discos (3,2 mm de diâmetro e 2,0 mm de espessura) em resina composta (Laminabond Composite Paste Universal) foram fotopolimerizados sobre a superfície silanizada com o auxílio de uma matriz de silicone. Os corpos de prova foram armazenados em água a 37°C por 1 dia , quando foi realizado o teste em máquina de ensaios mecânicos (TCM-500CR) com velocidade de 2,0 mm/min. Nos grupos que receberam o silano γ -MPTS/EtOH, os corpos que foram apenas lixados não apresentaram adesão com a resina composta, já os corpos tratados com o ácido fluorídrico apresentaram resistência de união significativamente maior que aqueles tratados com o ácido fosfórico. Os grupos que receberam os silanos PLM e TCP não sofreram influência dos diferentes tratamentos de superfície e apresentaram resultados iguais entre si e maiores que os grupos tratados com o silano γ -MPTS/EtOH. A falha coesiva da porcelana predominou nos corpos de prova tratados com os silanos PLM e TCP. Já nos tratados com o silano γ -MPTS/EtOH, predominou a falha adesiva. O tratamento com o ácido fluorídrico, independente da limpeza com o ultra-som, promoveu a maior rugosidade na superfície da porcelana em comparação aos demais tratamentos realizados. Os autores concluíram que: a) a resistência de união não foi afetada pela condição superficial da porcelana quando silano PLM ou TCP foram usados; b) o ácido fluorídrico promoveu maior rugosidade na superfície da porcelana; c) os silanos PLM e TCP são compostos de duas

soluções, uma contendo MPTS e outra contendo ácido orgânico como revelado pela espectroscopia infravermelha; d) a formação de ligações siloxanas foi importante para adesão entre a resina composta e porcelana.

Kato et al.³¹ (1996) avaliaram a resistência de união de seis sistemas de união aderidos a uma porcelana. A durabilidade da união também foi verificada por meio de termociclagem. Dois tamanhos de discos (8 mm de diâmetro x 3 mm de espessura e 10 mm de diâmetro x 3 mm de espessura) de porcelana foram confeccionados, lixados e jateados com partículas de óxido de alumínio de 50 µm, com pressão de 0,4 MPa a uma distância de 10 mm durante 10 segundos. Dez pares de discos foram usados para cada sistema adesivo. Metade das amostras foi imersa em água por 24 horas e submetida ao ensaio mecânico e a outra metade sofreu 20.000 ciclos térmicos de 4°C a 60°C. O ensaio mecânico de cisalhamento foi realizado em máquina de ensaios universal com velocidade de 0,5 mm/min. Os autores concluíram que: a) a resistência de união variou de no máximo 65,3 MPa a no mínimo 30,3 MPa antes da termociclagem. A maioria das amostras apresentou combinação de fraturas coesivas e adesivas; b) A termociclagem reduziu significativamente a resistência de união de cinco sistemas. A maioria dos grupos demonstrou um aumento na área de fratura adesiva provocada por estresse térmico; c) Três sistemas nos quais os silanos eram ativados

por metacrilato ácido hidrofóbico exibiram resistência de união maior que 20 MPa após termociclagem; d) após as 24 horas a resistência de união promovida pelo Porcelain Liner M e Super-Bond C&B (Sun Medical) foi a menor, porém não houve decréscimo significativo na resistência de união após a termociclagem.

Matsumura et al.³⁸ (1997) estudaram a resistência e durabilidade da união de vários modos de ativação de sistemas adesivos unidos à porcelana. Discos de porcelana foram jateados com partículas de óxido de alumínio, então unidos com seis combinações de 3 silanos e dois cimentos resinosos. Cimento resinoso sem aplicação de silano também foi utilizado. Metade das amostras recebeu 20.000 ciclos térmicos de 4°C a 60°C e a outra metade foi armazenada em água a 37°C por 24 horas. O ensaio mecânico foi realizado em máquina de ensaios universal a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os autores concluíram que: a) o grupo do cimento Clapearl DC com silano teve melhor desempenho tanto antes como após a termociclagem, comparado com o Panavia; b) o Panavia 21 resultou em diferentes resistência de união antes e após termociclagem; c) Após a termociclagem, o material Clapearl Bonding Agent e o Clearfil Porcelain Bond demonstraram maior resistência de união que o Panavia Ceramics Primer quando usados com o cimento Panavia 21; d) A ausência de um agente silano tem impacto significativo na união à porcelana.

Qualtrough e Piddock⁵⁰ (1997) estudaram por meio de revisão de literatura os avanços recentes nas cerâmicas dentais. Concluíram que os maiores avanços estão relacionados em melhorar as propriedades mecânicas, assim como sua inerente fragilidade. Novos sistemas cerâmicos estão sendo desenvolvidos, alguns muito promissores, mas atualmente, não há dados de performance de restaurações a longo prazo.

Wood et al.⁷⁰ (1997) avaliaram entre outros itens, a resistência e união entre o cimento Panavia e In-Ceram Alumina e Spinell submetidos a dois tratamentos superficiais e o efeito da saliva sobre a resistência de união nos mesmos grupos experimentais. Vinte amostras foram jateadas com óxido de alumínio e 20 receberam condicionamento pelo sistema BERS, que consiste na incorporação de partículas de plástico na superfície interna do In-Ceram. Estas partículas são posteriormente eliminadas por queima, deixando irregularidades na superfície. Metade dessas amostras foi contaminada por saliva, simulando o procedimento de prova. O ensaio mecânico foi realizado em máquina de ensaios universal Instron a uma velocidade de 2 mm/min. Os autores concluíram que não houve diferenças significativas para resistência de união nas amostras jateadas e condicionadas pelo BERS, porém quando houve contaminação por saliva a resistência de união

promovida pelo sistema BERS superou aquela promovida pelo jateamento para o In-Ceram Alumina, mas não para o In-Ceram Spinell.

Awliya et al.⁶ (1998) avaliaram a influência de tratamentos superficiais da alumina altamente pura e densamente sinterizada na resistência de união com um cimento resinoso. Para isto corpos cilíndricos de 6mm de diâmetro e 8mm de espessura foram confeccionados. A superfície plana usada para o teste de cisalhamento foi asperizada com uma roda diamantada. As amostras foram divididas em 4 grupos de 10 e a superfície tratada da seguinte maneira: 1) condicionamento com ácido fluorídrico 9,6% por 2 minutos seguido por lavagem por 30 segundos com jato ar/água; 2) jateamento com óxido de alumínio 50 μ m por 15 segundos usando um microjateador seguido de lavagem por 30 segundos com jato ar/água; 3) asperização com ponta diamantada e condicionamento com ácido fosfórico por 2 minutos seguido de lavagem por 30 segundos com jato ar/água; 4) sem tratamento. Todas as amostras foram avaliadas em microscopia eletrônica de varredura para determinar a morfologia superficial. A segunda parte do experimento examinou o efeito dos 4 tratamentos acima citados na resistência de união ao cisalhamento de um cimento resinoso a um coping de alumina. Quarenta amostras foram embutidas no gesso, divididas em 4 grupos de 10 amostras cada e tratadas com previamente descrito. Depois de tratadas a área de adesão foi delimitada usando um adesivo com perfuração de 4mm de diâmetro.

Uma matriz também com 4mm de diâmetro x 4mm de altura foi utilizado para colocação do cimento Enforce. Foi utilizado silano Enforce por 1 minuto. As amostras foram armazenadas em umidade relativa do ar de 100% por 7 dias em temperatura ambiente. Após esta armazenagem, as amostras foram submetidas ao ensaio de cisalhamento em máquina de ensaios universal a uma velocidade de 0,5mm/min. A microestrutura da superfície do coping de alumina se mostrou relativamente rugosa, com alguns grão perdidos como resultado do desgaste com roda diamantada. Em maior aumento de uma área que os grão foram perdidos, a forma dos grãos de alumina densamente sinterizada são facilmente identificados. Quando a superfície foi jateada com óxido de alumínio 50µm todos os cantos agudos da microestrutura foram desbastados e como resultado os limites dos grãos de alumina e as áreas com grão expostos não são distinguíveis. Característica similar não é evidenciada quando a alumina foi condicionada com ácido fluorídrico a 9,6%. A característica superficial permanece inalterada, sugerindo quase nenhuma degradação superficial. Quando a superfície é asperizada com instrumento diamantado, apresenta-se similar a superfície tratada com ácido fluorídrico. Os autores concluíram que A maior resistência de união obtida foi após jateamento com óxido de alumínio 50µm e a menor foi após o condicionamento com ácido fluorídrico 9,6%. As diferentes comparações indicaram que o jateamento foi significativamente melhor que os outros 3 tratamentos. Não

houve diferença significativa entre os outros 3 grupos, porém abrasão com instrumento diamantado foi melhor que o ácido fluorídrico.

Chen et al.¹⁹ (1998) avaliaram as mudanças micro-estruturais da porcelana Vitablock Mark Cerec II condicionada por ácido fluorídrico 5% e examinaram o efeito de diferentes tempos de condicionamento na resistência de união entre a porcelana e a resina composta. Seis diferentes tempos (0, 5, 30, 60, 120 e 180 segundos) foram usados para condicionar a superfície das porcelanas. Os padrões do condicionamento foram observados em MEV. Para a cimentação delimitaram a área de adesão e espessura de 50 µm para o cimento, utilizando um papel adesivo com perfuração no centro. A resistência de união por cisalhamento determinada em máquina de ensaios universal com velocidade de 0,5 mm/min. Observaram que a maior resistência foi proporcionada pelo condicionamento por 120 segundos, seguida por 180, 60, 30, 5 e 0 segundos com valores médios em MPa de resistência 44,5; 41,0; 35,9; 32,3; 12,3; e 0 respectivamente. Os autores concluíram que: a) o padrão observado no MEV indicou um aumento na rugosidade superficial com extensão do tempo de condicionamento; b) o cimento resinoso Clapearl DC não aderiu à porcelana Vitablock Mark Cerec II não condicionada; e c) a resistência de união maior que 30 MPa foi gerada quando a porcelana foi condicionada com ácido fluorídrico 5% por mais de 30 segundos.

Chen et al.²⁰ (1998) avaliaram o efeito do condicionamento ácido e da silanização na resistência ao cisalhamento entre porcelana e resina composta. Neste estudo, foram confeccionados 208 discos (10,0 mm de diâmetro e 2,5 mm de altura) em porcelana feldspática (Vita VMK 68). Todos os discos foram regularizados com lixa (600). As amostras foram divididas em 3 grupos: 1) sem condicionamento ácido (controle) (n=16), 2) condicionamento com ácido fluorídrico 2,5% (n=96), 3) condicionamento com ácido fluorídrico 5% (n=96). Os Grupos 2 e 3 foram divididos em 6 subgrupos (n=16), de acordo com o tempo do condicionamento (30, 60, 90, 120, 150, 180 segundos). Amostras de todos os grupos foram observadas em microscópio eletrônico. Após o tratamento das superfícies, metade das amostras de cada grupo (n=8) recebeu um sistema adesivo que não apresentava silano (Clearfil New Bond) e a outra metade recebeu um sistema adesivo com silano (Clearfil Porcelain Bond). A resina composta (Clearfil AP-X) foi aplicada sobre todas as amostras, sendo fotopolimerizada no local com o auxílio de uma matriz (6,0 mm de diâmetro e 2,0 mm de espessura). Os corpos de prova foram armazenados em água a 37°C por 24 horas. O teste de cisalhamento foi realizado em máquina de ensaios mecânicos (DCS-500), com velocidade de 0,5 mm/min. A microscopia eletrônica mostrou que, independente da concentração do ácido fluorídrico, o condicionamento acima de 60 segundos promoveu igual rugosidade na superfície da porcelana, sendo esta maior que a promovida pelo condicionamento por

30 segundos. A rugosidade na superfície da porcelana promovida pelo ácido fluorídrico a 5% foi maior que a promovida pelo ácido fluorídrico a 2,5%. Nos grupos tratados com o ácido a 2,5% observou-se que a resistência de união dos grupos silanizados foi maior que a obtida pelos grupos que não receberam o silano, exceto para os tempos 90 e 150 segundos. O aumento no tempo de condicionamento promoveu maior resistência de união nos grupos que não receberam o silano, tendo sido encontrado o resultado mais alto aos 150 segundos (35,4 MPa). Nos grupos silanizados, não houve diferença entre os tempos de condicionamento com resultados variando entre 33,4 e 37,4 MPa. Nos grupos tratados com ácido a 5% observou-se que a resistência de união dos grupos silanizados foi maior que a obtida pelos grupos que não receberam o silano, exceto para o tempo de 150 segundos. Nos grupos que não receberam o silano, o tempo de condicionamento só aumentou a resistência de união após 150 segundos (30,0 MPa). Nos grupos silanizados, não houve diferença entre os tempos de condicionamento com resultados variando entre 30,5 e 32,9 MPa, exceto para o tempo de 180 segundos que apresentou maior resistência (34,3 MPa). No Grupo controle, a silanização aumentou a resistência de união, sendo que os valores encontrados sem a aplicação do silano e na presença do mesmo foram 3,0 e 25,2 MPa, respectivamente. O ácido fluorídrico a 2,5% promoveu resistência de união significativamente maior que o ácido fluorídrico 5%, exceto para o tempo de 180 segundos. O Grupo controle e

os grupos que não receberam silano apresentaram falha adesiva. Os grupos silanizados apresentaram falha coesiva da porcelana.

Della Bona e Van Noort²² (1998) avaliaram o efeito do ácido fluorídrico e do flúor fosfato acidulado na superfície de uma porcelana após diferentes tratamentos. Para isso, foram confeccionados 16 discos (10,0 mm de diâmetro e 3,0 mm de espessura) em porcelana feldspática (Vita VMK 68). Estes foram incluídos em resina acrílica e regularizados com lixa (nº. 600). As amostras receberam 8 diferentes tratamentos: 1) condicionamento com ácido fluorídrico 9,6% por 10 segundos; 2) condicionamento com ácido fluorídrico 9,6% por 2 minutos; 3) condicionamento com flúor fosfato acidulado 4% por 1 minuto; 4) condicionamento com flúor fosfato acidulado 4% por 2 minutos; 5) limpeza em ultra-som, jateamento com óxido de alumínio e condicionamento com ácido fluorídrico 9,6% por 2 minutos; 6) limpeza em ultra-som, jateamento com óxido de alumínio e condicionamento com flúor fosfato acidulado 4% por 2 minutos; 7) limpeza em ultra-som, abrasão com ponta diamantada e condicionamento com ácido fluorídrico 9,6% por 2 minutos; 8) limpeza em ultra-som, abrasão com ponta diamantada e condicionamento com flúor fosfato acidulado 4% por 2 minutos. Após os tratamentos, as amostras foram limpas em ultra-som e analisadas em microscópio eletrônico. O condicionamento com o ácido fluorídrico anulou qualquer tratamento realizado anteriormente à sua aplicação e promoveu grandes retenções

micro mecânicas na porcelana. O condicionamento com o flúor fosfato acidulado promoveu a deposição de cristais, os quais estavam sobrepostos às rugosidades criadas por tratamentos anteriormente realizados. O uso do flúor fosfato acidulado, diferentemente do condicionamento com o ácido fluorídrico, preservou a morfologia da superfície que recebeu tratamento prévio (polimento, jateamento ou uso de broca diamantada).

Kamada et al.²⁸ (1998) avaliaram o efeito de 4 tratamentos superficiais na resistência de união ao cisalhamento de 4 cimentos resinosos ao Cerec II Vitablocks Mark II. Dois tamanhos de amostras foram fabricados com os blocos cerâmicos Cerec 2 Vitablocks Mark II medindo 10 x 8 x 2,5 mm e outro medindo 6 mm de diâmetro x 2,5 mm. Os tratamentos superficiais da cerâmica foram os seguintes: 1) polimento com lixa nº. 600 e limpeza em ultra-som em solução de acetona 99,5% por 5 minutos; 2) aplicação de ácido fosfórico 37% por 60 segundos e lavagem por 5 segundos após tratamento controle; 3) Aplicação de agente silano por 30 segundos e secagem por 5 segundos após tratamento controle; e 4) aplicação de agente silano e secagem após condicionamento com ácido fosfórico após tratamento controle. Os quatro cimentos utilizados foram: Super-Bond C & B, Panavia 21, Clapearl, Vita Cerec Duo Cement. Foi utilizado uma matriz de polietileno com perfuração circular central de 4mm de diâmetro para delimitar a área de adesão e

garantir película de 50µm para o cimento. Foram estudados 32 grupos compostos por interação de tratamento superficial, cimento e termociclagem com 5 amostras cada. Para o ensaio mecânico, as amostras foram embutidas em um molde acrílico e montadas em uma guia de teste de cisalhamento (ISO/TR11405). A resistência de união foi medida em uma máquina de testes universal com velocidade de 0,5mm/mim. As fraturas foram classificadas em: A. adesiva; B. coesiva da porcelana; C. coesiva do cimento; D. complexa A+B e B+C; E. complexa A+C. O exame da falhas, na combinação ácido fosfórico e silano revelou falhas coesivas dentro dos blocos de porcelana (B) ou complexa B+A e B+C (D) para as amostras cicladas com exceção das amostras que utilizaram o cimento resinoso Super-Bond C & B. Os autores concluíram que: a) o agente silano aumentou a resistência de união entre a cerâmica e cada cimento resinoso comparados com o grupo não tratado; b) quando a cerâmica foi tratada com agente silano ou combinação de ácido fosfórico 37% e agente silano, não houve diferença significativa na resistência de união entre amostras termocicladas para qualquer dos quatro cimentos; e c) após 20000 ciclos térmicos todos as amostras tratadas com combinação de ácido fosfórico 37% e silano exceto aqueles cimentados com Super-Bond C & B demonstraram falhas coesivas dentro do material cerâmico.

Kern e Strub³³ (1998) avaliaram a união cerâmica/cimento resinoso in vivo. A cerâmica utilizada nas restaurações foi a In-Ceram Alumina e todas as restaurações foram cobertas com sílica, silanizadas e cimentadas com cimento resinoso Panavia. Os pacientes retornavam a cada seis meses para reavaliação. Ao final de 5 anos, não houve nenhum caso de falha na união cerâmica/cimento resinoso.

Shahverdi et al.⁵⁷ (1998) investigaram o efeito de vários tratamentos superficiais da porcelana na resistência de união ao cisalhamento na interface porcelana/resina composta. Cento e dez amostras de porcelana VMK 68 foram confeccionadas e aleatoriamente divididas em 10 grupos de 22 amostras, que receberam um dos seguintes tratamentos: 1) jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50 µm e condicionamento com ácido fluorídrico 5% por 60 segundos; 2) asperização com pedras montadas e aplicação de silano (Silicer, Kulzer); 3) tratamento do grupo 1 e aplicação de outro silano (Monobond S, Ivoclar Vivadent); 4) condicionamento com ácido fluorídrico 5% por 60 segundos e aplicação de silano (Monobond S, Ivoclar Vivadent); 5) jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50 µm e aplicação de silano (Monobond S, Ivoclar Vivadent). Adesivo e resina composta foram aplicados sobre as superfícies preparadas, sendo que a área de união era de 5,5 mm de diâmetro. Metade das amostras de cada grupo foi armazenada em água por 24 horas e a outra metade por 30 dias e então

submetida a 200 ciclos térmicos de 5 a 55 °C por 30 segundos. As amostras foram submetidas ao ensaio de cisalhamento em máquina de ensaios com velocidade de 0,5 mm/min. Os autores concluíram que: a) os agentes silano foram efetivos em aumentar a resistência de união da resina a porcelana; b) asperização com pedras montadas falhou em atingir união durável; c) os agentes silano usados em conjunto com condicionamento ácido após jateamento aumentou a resistência de união porcelana/resina composta; d) a combinação de retenção mecânica e química pareceu promissora para aumentar a resistência de união. O decréscimo da resistência de união aconteceu em todos grupos termociclados.

Sato et al.⁵⁴ (1999) avaliaram a resistência de união de sistemas adesivos de porcelana unidos à porcelana fresada, com o objetivo de avaliar a eficácia de um catalisador para silano e iniciadores para agentes de união. Dois tamanhos de amostras foram confeccionadas a partir de blocos cerâmicos (Cerec 2 Vitablock Mark II) e então tratados com agente de união auto-polimerizável de três líquidos (Clearfil Porcelain Bond), um agente de união de cura dual de três líquidos (Clapearl Bonding Agent). Amostras não silanizadas foram usadas como controle e todas as amostras foram cimentadas com cimento resinoso (Clapearl). As amostras foram armazenadas em água a 37°C por 24 horas e a resistência de união foi determinada. Os resultados sugeriram que a

incorporação de um iniciador e um catalisador para silano dentro do agente de união reciprocamente melhora a união entre o cimento e a cerâmica.

Çehreli e Iplikçioğlu¹⁷ (2000) publicaram acompanhamento de 5 anos de duas facetas laminadas de In-Ceram nos incisivos centrais superiores de paciente do sexo feminino de 30 anos de idade. A cimentação foi realizada com cimento resinoso Variolink II. A paciente foi chamada após 2 semanas da cimentação final e depois, de seis em seis meses. No quinto ano, uma pequena pigmentação na margem palato incisal foi verificada, porém a função e a estética não foram prejudicadas.

Kato et al.²⁹ (2000) determinaram a resistência de união de uma resina sem carga unida à porcelana feldspática com objetivo de avaliar a performance retentiva de diferentes tratamentos superficiais. Para isso foram confeccionados 80 pares de discos de porcelana (10 mm de diâmetro x 2,5 mm de espessura; e 8mm de diâmetro x 2,5 mm de espessura). Todas as amostras foram polidas até lixa nº. 1000. Dez pares receberam somente polimento e foram usados como controle (grupo 1); Outros 10 pares receberam jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50 µm por 5 segundos, com pressão de 0,4 MPa a uma distância de 10 mm (grupo 2). Cinco grupos com 10 pares de discos cada, foram condicionados por 60 segundos com os seguintes ácidos:

hidrogênio amônio bifluorido 10% (grupo 3); flúor fosfato acidulado (grupo 4); ácido fluorídrico 5% (grupo 4); ácido fosfórico 40% (grupo 5); e ácido sulfúrico e ácido fluorídrico (grupo 6). A área de união foi padronizada em 5 mm de diâmetro e os pares foram cimentados com cimento resinoso. Metade das amostras recebeu 5000 ciclos térmicos e a outra metade foi armazenada em água a 37°C por 24 horas. Os ensaios mecânicos foram realizados em máquina de ensaios universal a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os maiores valores de resistência de união (21,3 e 23,7 MPa) foram proporcionados pelos condicionamentos com ácidos sulfúrico e fluorídrico e ácido fluorídrico, seguidos pelo hidrogênio amônio bifluorido 10%. Redução da resistência de união aconteceu para todos os grupos após a termociclagem, porém para os grupos tratados com ácidos sulfúrico e fluorídrico e ácido fluorídrico esses valores foram maiores que 15 MPa. Os resultados indicaram efetividade para os grupos tratados com ácido sulfúrico e fluorídrico, e ácido fluorídrico na retenção resina/porcelana. Porém, o teste demonstrou características de retenção insuficiente somente pelo condicionamento.

Kelsey et al.³² (2000) avaliaram o efeito de três sistemas adesivos na resistência ao cisalhamento entre porcelana e resina composta. Neste estudo, foram confeccionados 80 cilindros de porcelana feldspática (Ceramco II). Estes tiveram suas superfícies regularizadas com lixa (nº. 600), foram jateados com óxido de alumínio 50 um e

divididos em 4 grupos de 20, os quais receberam um dos seguintes tratamentos: Grupo 1 (controle): sem tratamento adicional; Grupo 2: adesivo Clearfil Photo Bond; Grupo 3: adesivo Clearfil SE Bond; Grupo 4: adesivo Single Bond. Cilindros (4,5 mm de diâmetro e 10,0 mm de altura) em resina composta pré-polimerizada (Clearfil AP-X) foram unidos à porcelana tratada. Os corpos de prova foram armazenados em água destilada a 37°C. Metade das amostras de cada grupo (n=10), foi submetida ao teste de cisalhamento 24 horas após sua confecção, em máquina de ensaios mecânicos (Instron) a uma velocidade de 5,0 mm/min. Os demais corpos de prova continuaram armazenados, nas mesmas condições citadas acima, até completarem 30 dias, quando foram termociclados (1.000 ciclos - 5° e 55°C) e submetidos ao teste mecânico. Os resultados, após 24 horas e 30 dias foram, respectivamente: Grupo 1 (controle) (9,0 MPa e 2,4 MPa); Grupo 2 (16,8 MPa e 17,4 MPa); Grupo 3 (24,0 MPa e 16,6 MPa); Grupo 4 (12,2 MPa e 3,3 MPa). Os corpos de prova tratados com os adesivos Photo Bond e SE Bond apresentaram resistência de união significativamente maior que o Grupo controle, tanto às 24 horas, quanto aos 30 dias. Aos 30 dias, os grupos tratados com os adesivos Photo Bond e SE Bond foram estatisticamente iguais. Os Grupos 1, 3 e 4; aos 30 dias, apresentaram resultados significativamente menores que os resultados encontrados após 24 horas. O grupo tratado com o adesivo Single Bond, não apresentou diferença significativa em relação ao Grupo controle. Segundo

os autores, os adesivos Photo Bond e SE Bond são produtos aceitáveis para a realização de reparo em porcelana com resina composta.

Canay et al.¹⁶ (2001) avaliaram o efeito de condicionamentos ácidos na rugosidade superficial de uma porcelana. Para isso, foram confeccionados 24 discos (7,0 mm de diâmetro e 3,0 mm de espessura) em porcelana feldspática (Ceramco II). Os seguintes condicionamentos ácidos foram realizados (n = 8): 1) flúor fosfato acidulado 1,23% por 10 minutos, 2) ácido fluorídrico 9,5% por 1 minuto, 3) ácido fluorídrico 9,5% por 4 minutos. Após a aplicação do ácido, metade das amostras (n = 4) foi limpa com água e a outra metade em ultra-som. Metade das amostras (n=2) em cada tipo da limpeza foi tratada com silano (Scotchprime). Foi realizada, então, a análise em microscópio eletrônico e EDS (energy dispersive spectroscopy) para caracterizar o efeito dos diferentes tratamentos na porcelana. O flúor fosfato acidulado promoveu irregularidades superficiais na porcelana. O ácido fluorídrico, durante 1 minuto, promoveu profundos canais e poros na superfície da porcelana e, com o aumento do tempo de exposição (4 minutos), os canais e poros aumentaram em tamanho. O EDS demonstrou precipitações cristalinas insolúveis em água nas superfícies condicionadas, formadas por sódio, potássio, cálcio e alumínio. Estas precipitações foram removidas quando a limpeza com o ultrassom foi realizada.

Jedynakiewicz e Martin²⁷ (2001) examinaram a natureza da superfície apresentada por uma porcelana feldspática fresada e por um vidro cerâmico fresado para união a cimentos resinosos convencionais e mensuração que a resistência de união teria com os vários tratamentos superficiais. Vinte e quatro blocos de Vita Cerec Mark II e de DICOR foram fresados em cilindros de 8 mm de diâmetro x 12 mm de espessura. Doze amostras de DICOR foram condicionadas com bifluoreto de amônia 7%. Os outros 12 foram silicatizados sem condicionamento. Doze amostras da Vita Cerec mark II foram condicionadas com ácido fluorídrico e os outros 12 silicatizados. Duas amostras de cada grupo foram preparadas para exame no microscópio eletrônico de varredura. Todas foram tratadas com silano (Silicoup Kulzer) e adesivo (Prime & Bond). Cada cilindro foi cimentado adesivamente com uma camada de 100 µm de Spectrum Composite (Dentsply, DeTrey, Konstanz). A película adesiva foi padronizada usando uma matriz de teflon de 100 µm de altura com perfuração de 6 mm. Os testes foram realizados após 24 horas da confecção das amostras, utilizando uma máquina de ensaios universal. Exame de fratura mostrou que em todos os casos a falha envolveu parte de falha coesiva da cerâmica e parte falha na interface resina-cerâmica. Concluíram que altas resistência de união podem ser alcançadas para ambas: vidro-cerâmico e porcelana feldspática fresados. A resistência de união aos vidros cerâmicos pode ser melhorado significativamente pela

aplicação de uma camada de $\text{SiO}_{(x)}$ pela silicatização ao invés do condicionamento.

Kato et al.³⁰ (2001) estudaram a retenção mecânica e química em termos de durabilidade de união porcelana feldspática/resina TBB com objetivo de desenvolver um método de união mais durável possível. Oitenta pares de discos de porcelana feldspática VMK 68 (10 mm e 8 mm de diâmetro x 2,5 mm de espessura) foram confeccionados, e polidos até lixa nº. 1.000 foram divididos em oito grupos (n = 10): 1) sem silanização e aplicação de cimento sem 4-META; 2) aplicação de líquido A (4-META) e cimento sem 4-META; 3) aplicação de líquido B (silano) e cimento sem 4-META; 4) aplicação de líquido A e B e cimento sem 4-META; 5) sem silanização e aplicação de cimento 4-META; 6) aplicação de líquido A (4-META) e cimento 4-META; 7) aplicação de líquido B (silano) e cimento 4-META; 8) aplicação de líquido A e B e cimento 4-META; A cimentação foi realizada com área de adesão delimitada em 5 mm de diâmetro unindo-se um disco de porcelana ao outro. Metade das amostras receberam 20.000 ciclos térmicos de 4 a 60°C por 1 minuto e a outra metade foi armazenada em água 37°C por 24 horas. Outros trinta pares de discos de porcelana foram sinterizados, polidos até lixa nº. 600. Destes, 20 foram condicionados com ácido fluorídrico 5% por 60 segundos e divididos em quatro grupos: 9) sem silanização e aplicação de cimento 4-META; 10) aplicação de líquido A (4-META) e cimento 4-META;

11) aplicação de líquido B (silano) e cimento 4-META; 12) aplicação de líquido A e B e cimento 4-META. As amostras foram armazenadas em água 37°C por 24 horas e receberam 100.000 ciclos térmicos de 4 a 60°C por 1 minuto. Dos dez pares remanescentes, 5 foram jateados com partículas de óxido de alumínio de 50 µm por 5 segundos com pressão de 58 psi e 5 foram polidos até lixa nº. 1.000: 13) jateamento, aplicação de líquido A e B e cimento 4-META; 14) polimento, aplicação de líquido A e B e cimento 4-META. Estas amostras foram submetidas às mesmas condições de termociclagem citas para os grupos de 9 a 12. Foi realizado ensaio mecânico de cisalhamento em máquina de ensaios universal com velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados indicaram que a termociclagem foi efetiva na promoção de fraca resistência e união e que as retenções mecânica e química são indispensáveis para a união da porcelana ao cimento resinoso. Das combinações avaliadas, condicionamento com ácido fluorídrico seguida por aplicação dos líquidos A e B apresentaram a mais durável resistência de união (33,3 MPa) para a porcelana unida com cimento resinoso contendo 4-META.

Lu et al.³⁶ (2001) investigaram os efeitos de vários tratamentos de superfície na resistência de união In-Ceram/resina composta. A morfologia superficial da cerâmica In-Ceram após jateamento e a natureza da falha na interface após carga de cisalhamento também foram estudadas. Quatorze amostras foram fabricadas para

cada uma das 7 condições: 1) jateamento com óxido de alumínio 50 μm com pressão de 50 psi por 15 segundos a uma distância de 5 mm (controle); 2) contaminação com saliva; 3) contaminação com saliva e jateamento com óxido de alumínio 50 μm ; 4) contaminação com pó de luva de látex; 5) contaminação com pó de luva de látex e jateamento com óxido de alumínio 50 μm ; 6) excesso de infiltração de vidro; 7) jateamento com óxido de alumínio grosseiro de 150 μm . Blocos de alumina sinterizada foram cortados para formar amostras de 10 x 12 x 2,5 mm. Noventa e oito amostras de In-Ceram foram confeccionadas para realização deste estudo. Um pó de vidro especial foi misturado com água destilada e pincelado no tablete. Os tabletes cobertos por vidro foram colocados sobre folhas de platina e queimados por 4 horas em forno Incerammat em temperatura de 1.100°C. Cilindros de resina foram cimentados com cimento resinoso (Panavia 21) às amostras de In-Ceram com um aparato de alinhamento com peso de 3kg. O excesso de cimento foi removido e então aplicado um gel bloqueador de oxigênio (Oxiguard). Uma hora depois, as amostras foram lavadas por 30 segundos para remover o bloqueador de oxigênio e a cápsula de gelatina e então estocados em água a 37°C. Sete das 14 amostras de cada grupo foram armazenadas em água destilada por 24 horas antes que a resistência de união fosse determinada. As outras sete amostras foram estocadas em água destilada a 37°C por 2 semanas e então termocicladas por 2.000 ciclos entre 5 e 55°C. Os ensaios mecânicos foram realizados em

máquina de ensaios mecânicos MTS 858 Mini Bionix com velocidade de cisalhamento de 5 mm/min. As interfaces de fratura foram analisadas em microscópio eletrônico de varredura (model S-2400). Observaram diferenças significativas entre grupos tratados sem termociclagem. Não houve diferenças significantes entre os valores de resistência de união do controle ($17,0 \pm 2,1$ MPa), contaminação com pó de luva e jateamento ($16,0 \pm 2,2$ MPa) e infiltrado de vidro em excesso ($14,6 \pm 1,4$ MPa). Os outros valores de resistência de união para os outros 4 grupos foram significativamente menores que o controle. Não houve diferenças significativas entre o grupo contaminado com saliva ($13,4 \pm 1,4$ MPa) e grupo contaminado com saliva e jateado ($12,3 \pm 1,8$ MPa). Os valores de resistência de união do grupo contaminado com pó de luva e jateado ($16,0 \pm 2,2$ MPa) foi significativamente maior que o do grupo contaminado com pó de luva ($12,6 \pm 2,4$ MPa). A resistência de união dos grupos sem termociclagem foi significativamente maior que os valores dos grupos com termociclagem, com exceção dos grupos: contaminado com saliva e jateado; contaminado com pó de luva; e jateado com óxido de alumínio de 150 μm . Não houve diferenças significativas entre a resistência de união dos 7 grupos termociclados. No exame em microscópio eletrônico de varredura foram observadas falhas coesivas e adesivas.

Ozcan et al.⁴⁷ (2001) avaliaram o efeito de três diferentes tratamentos superficiais na resistência de união da cerâmica In-Ceram a

quatro diferentes cimentos resinosos: três à base de bis-GMA e um compômero. Discos de In-Ceram de 2 mm de espessura por 16 mm de diâmetro foram confeccionados de acordo com as recomendações do fabricante. Oito amostras foram usadas para cada grupo experimental, num total de 12 grupos, perfazendo 96 amostras. Antes de iniciar os procedimentos de cimentação as amostras foram embutidas em resina acrílica. A superfície exposta de cada amostra foi lixada com abrasivo de carbide nº. 1200. As amostras foram limpas em banho de ultra-som contendo acetato de etila e 32 amostras foram aleatoriamente separadas para cada uma das três condições: 1) condicionamento com ácido fluorídrico gel 5%; 2) jateamento por 14 segundos, com pó de alumina (Rocatec 110µm) com 2,5bar a uma distância de 10mm e; 3) cobertura de sílica (Rocatector). As 32 amostras de cada grupo foram divididas em 4 subgrupos cada um consistindo de 8 amostras cimentadas com 3 diferentes cimentos resinosos (Panavia, Variolink II, e Sonocem) e um cimento de compômero (Dyrect Cem). Tubos de teflon com diâmetro interno de 5 mm e 5 mm de altura foram preenchidos com cimento. O silano e agentes de união de cada cimento foram então aplicados de acordo com a recomendação dos fabricantes à superfície cerâmica, e os tubos foram cimentados usando o cimento específico à superfície cerâmica usando um aparato para alinhamento. As amostras foram estocadas em água destilada a 37°C por 24 horas e termocicladas entre 5 e 55°C por 5.000 ciclos com 30 segundos de imersão por banho. Os

valores de resistência de união ao cisalhamento foram mensurados em máquina de testes universal com velocidade de 1 mm/min. A força que a união falhou foi gravada e a resistência de união foi calculada em MPa. O local da fratura e morfologia das amostras desunidas foram examinadas em MEV com aceleração de voltagem de 12 kV. Dentro das limitações do estudo, os autores concluíram que: a) a cimentação do In-Ceram com vários cimentos promoveram variados graus de resistência de união que foram significativamente aumentados por cobertura com sílica em comparação ao condicionamento ácido ou jateamento; e b) resistência de união do cimento compômero seguido de cobertura com sílica foi significativamente menor em comparação aos cimentos resinosos.

Della Bona e Anusavice²¹ (2002) estudaram o efeito do tipo de ácido, microestrutura e composição da cerâmica no padrão de condicionamento superficial de 15 cerâmicas dentais. Foram confeccionadas 3 amostras para cada material, os quais receberam polimento da lixa nº. 240 até a lixa nº. 1200 e posteriormente um desses 3 tratamentos: 1) condicionamento com ácido fluorídrico por 2 minutos, lavagem com jato ar/água por 30 segundos e secagem; 2) condicionamento com flúor fosfato acidulado a 4% 2 minutos, lavagem com jato ar/água por 30 segundos e secagem; 3) condicionamento com amônio bifluórico 10% 1 minuto, lavagem com jato ar/água por 30 segundos e secagem. Foram utilizados microscopia eletrônica de

varredura, imagem retro-dispersa, difração de raios-X, perfilômetro óptico e análise eletroscópica dispersiva de comprimento de onda. As observações sugeriram que: a) diferenças na microestrutura e composição da cerâmica são fatores controláveis no desenvolvimento de retenção micro-mecânica produzida por condicionamento ácido; b) o mecanismo de condicionamento é diferente para os três condicionadores, com o ácido fluorídrico produzindo o mais proeminente padrão de condicionamento de todas as cerâmicas examinadas.

Oh et al.⁴⁴ (2002) avaliaram o efeito da topografia superficial no molhamento de cerâmicas por água e adesivo. Foram utilizadas 3 cerâmicas (Eris, IPS Empress I e Material experimental). Quarenta amostras foram confeccionadas para cada material, todas as amostras foram polidas com lixa nº. 1200 e receberam um dos 4 tratamentos: 1) sem tratamento; 2) jateamento com partículas de óxido de alumínio; 3) condicionamento com ácido fluorídrico 5%; 4) associação de jateamento e condicionamento ácido. As amostras foram molhadas com água e com adesivo. Os autores concluíram que: a) o molhamento das cerâmicas testadas com líquido foram afetadas significativamente pela rugosidade superficial da cerâmica; b) a superfície produzida pelo condicionamento ácido ou associação do jateamento com condicionamento ácido, foi mais efetivo em aumentar área superficial e conseqüentemente o molhamento comparado com o grupo polido e jateado; c) água e adesivo exibiram

diferentes modos de molhamento nas superfícies cerâmicas. Por essa razão o molhamento do adesivo deve ser mais importante considerando a união do adesivo à superfície cerâmica; d) a cerâmica que forma sulcos ou protuberâncias numerosas, pequenas e uniformes, como o material experimental, são mais facilmente molhadas pelo adesivo do que aquelas com grandes retenções como mostradas nas outras duas cerâmicas.

Özcan e Akkaya⁴⁵ (2002) relataram um caso clínico em que o paciente recebeu uma prótese fixa adesiva de 3 elementos em IPS Empress II para substituir incisivo lateral superior, perdido em acidente. Para o procedimento de cimentação foi utilizado a silicatização, silanização e utilização de cimento resinoso Variolink II.

Rocha et al.⁵¹ (2002) estudaram por meio de revisão de literatura as peculiaridades referentes a cimentação dos sistemas cerâmicos reforçados por óxido de alumínio. Os autores concluíram que: a) associação de jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50 µm a cimentos resinosos adesivos (que contenham MDP) ou a silicatização associada a cimentos resinosos convencionais proporcionam excelentes resultados de resistência de união para os sistemas In-Ceram e Procera; b) resultados clínicos satisfatórios são obtidos também pela cimentação convencional.

Shimada et al.⁵⁸ (2002) estudaram o efeito do jateamento, condicionamento ácido e silanização de um vidro cerâmico na união aum cimento resinoso dual. Sessenta amostras da cerâmica Olympus medindo 15 mm x 10 mm x 1 mm foram obtidas pelo processo de injeção e receberam um dos seguintes tratamentos: 1) sem tratamento; 2) polimento com partículas decrescentes até 0,25 µm; 3) condicionamento com ácido fluorídrico 16,8% por 5 segundos; 4) condicionamento com ácido fluorídrico 16,8% por 30 segundos; 5) Condicionamento com ácido fosfórico 40% por 5 segundos; 6) Condicionamento com ácido fosfórico 40% por 30 segundos. Os grupos foram subdivididos e metade recebeu primer ácido sem silano, a outra metade recebeu primer ácido e silano. Foi aplicado adesivo que foi fotopolimerizado e em seguida com auxilio de uma matriz medindo 0,75 mm de diâmetro por 0,5 mm de altura foi aplicado o cimento resinoso Panavia. As amostras foram armazenadas em água a 37 °C por 24 horas. O ensaio mecânico foi realizado em máquina de ensaios universal com velocidade de cisalhamento de 1,0 mm/min. As médias obtidas para o grupo que recebeu primer ácido foram respectivamente para os grupos 1, 2, 3, 4, 5 e 6: 22,60; 7,39; 25,90; 23,30; 6,63; 7,72 MPa e para o grupo que recebeu primer ácido e silano foram respectivamente: 32,3; 29,8; 31,7; 23,9; 32,4; 30,7. Os autores concluíram que: a) o silano manipulado com o primer ácido pode efetivamente aumentar a resistência de união da cerâmica com o cimento resinoso; b) a cerâmica Olympus condicionada por ácido fluorídrico não

proporcionou maior resistência de união ao cimento resinoso que o grupo sem tratamento.

Stewart et al.⁶² (2002) avaliaram a resistência de união ao cisalhamento mediato e após 6 meses entre porcelana feldspática e 4 diferentes cimentos resinosos com o uso de 6 diferentes tratamentos superficiais. Discos cerâmicos foram fabricados e embutidos em placas de suporte plástico. A cerâmica recebeu 1 dos 6 diferentes tratamentos superficiais antes que uma segunda placa de suporte fosse posicionada sobre a porcelana condicionada. Um dos 4 cimentos resinosos foi aplicado através da perfuração na segunda placa de suporte. Estas amostras foram testadas quanto à fratura por cisalhamento em 24 horas e 6 meses após cimentações, dos 480 discos cerâmicos de Ceramco II (10 mm de diâmetro por 4 mm de espessura). O pó foi condensado em um molde (matriz) de metal, retirado e queimado de acordo com as instruções do fabricante. Cada teste requereu um par de placas de suporte plástico (40 mm x 40 mm) com conexões rosqueáveis. Uma placa de cada par tinha um buraco chanfrado de 15 mm de diâmetro e a outra de 8 mm. Os discos de cerâmica foram polidos com lixa nº. 400 e 600 em uma roda polidora irrigada com água até que a superfície da cerâmica ficasse de ao nível da placa de suporte. Todas as amostras foram levadas em água corrente e secas. As amostras foram aleatoriamente divididas em 6 grupos (80 amostras cada). Seis tratamentos de superfície (1 controle e 5

recomendados pelos fabricantes). Os tratamentos realizados em cada grupo foram os seguintes: 1) após polimento, não houve tratamento; 2) jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50 µm com 80 psi a 1 mm de distância por 3 segundos. As amostras foram lavadas em água corrente; 3) Silano de cada um dos cimentos foi aplicado e em seguida seco. A aplicação obedeceu a recomendação dos fabricantes; 4) jateamento e silanização; 5) Condicionamento com ácido fluorídrico por 5 minutos. As amostras foram lavadas em água corrente e secas com jato de ar por 10 segundos; 6) Condicionamento como descrito acima e silanização. Os autores concluíram que dentro das limitações deste estudo, considerando os 4 cimentos testados, que a resistência de união é altamente dependente do condicionamento superficial; O condicionamento com ácido fluorídrico seguido por silanização foi o melhor tratamento para unir a cerâmica Ceramco II aos 4 cimentos testados.

Blatz et al.⁹ (2003) estudaram por meio de revisão de literatura a união cerâmica/cimento resinoso. Verificaram que a união dos cimentos resinosos às cerâmicas com sílica é muito bem documentada, sendo efetivado pelo condicionamento com ácido fluorídrico de 2,5 a 10% de 2 a 3 minutos e subsequente aplicação de silano. Para o In-Ceram, o jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50 a 110 µm a 36,3 psi e uso de cimento resinoso com MDP ou tratamento triboquímico em

combinação com cimento resinoso a base de Bis-GMA, demonstraram melhores resultados. A união cerâmica/cimento resinoso para os demais sistemas cerâmicos, ainda requer mais pesquisas.

Blatz et al.¹⁰ (2003) avaliaram a resistência de união de cimentos resinosos ao Procera AllCeram. Sessenta amostras de cerâmica de óxido de alumínio altamente pura e densamente sinterizada foram confeccionadas. Todas as amostras foram jateadas com partículas de óxido de alumínio de 50 µm com pressão de 40,6 psi por 13 segundos a 10 mm de distância. Cilindros de resina composta Z-250 medindo 2,9 mm de diâmetro e 3,0 mm de espessura foram cimentados usando uma das três combinações (n = 20): 1) cimento resinoso Panavia sem silanização; 2) Panavia com silanização; e 3) cimento resinoso Rely X. Metade das amostras foi armazenada em água destilada a temperatura ambiente por 3 dias e a outra metade foi armazenada por 180 dias, sendo que a cada 30 dias 2000 ciclos térmicos de 5 a 60 °C por 15 segundos eram realizados, totalizando 12000 ciclos. Para o ensaio mecânico de cisalhamento, uma máquina de ensaios universal foi utilizada com velocidade de 1,0 mm/min. Os autores concluíram que: a) armazenagem e termociclagem tiveram efeitos mistos na união dos cimentos com a superfície do Procera AllCeram., sendo que o maior decréscimo na resistência de união foi com o Rely X; b) o Panavia sem silanização promoveu baixos valores de resistência de união com e sem

termociclagem; c) ocorreu um significativo decréscimo na resistência de união após a termociclagem no grupo do Panavia silanizado, porém este grupo promoveu os maiores valores de resistência de união.

Borges et al.¹² (2003) avaliaram a topografia superficial de 6 diferentes cerâmicas após condicionamento com ácido fluorídrico ou por jateamento com óxido de alumínio. As cerâmicas utilizadas foram: IPS Empress, IPS Empress II; Cergogold, In-Ceram Alumina, In-Ceram Zircônia e Procera. Foram confeccionados copings de cada sistema cerâmico, de acordo com a técnica de processamento específica para cada sistema. Esses copings foram seccionados em partes iguais e receberam um dos três tratamentos: Condicionamento com ácido fluorídrico 10% (20 segundos para IPS Empress II, 60 para Cergogold e IPS Empress e 120 segundos para os demais); Jateamento com partículas de óxido de alumínio 50 µm por 5 segundos com pressão de 58 psi a 10 mm de distância. Posteriormente as amostras foram observadas em microscópio eletrônico de varredura. Os autores concluíram que: a) o condicionamento ácido e o jateamento com óxido de alumínio aumentaram as irregularidades do IPS Empress, IPS Empress II e Cergogold; b) o condicionamento ácido e o jateamento com óxido de alumínio não mudou a morfologia microestrutural do In-Ceram Alumina, In-Ceram Zircônia e Procera.

Chang et al.¹⁸ (2003) avaliaram a resistência de união à tração de dois materiais CAD/CAM, Dicor e Cerec Vitablocs Mark II ao esmalte com 5 agentes cimentantes. Os cimentos utilizados foram: Vita Cerec Duo, EnForce, Panavia 21, C&B Metabond e Fuji Duet. Foram confeccionados 50 amostras de cada material cerâmico com área de adesão de 3,0 mm de diâmetro e cimentadas com um dos 5 cimentos ao esmalte dental. Foram realizados 1000 ciclos térmicos de 5 a 55 °C por 30 segundos em cada temperatura. Para o ensaio de tração, foi utilizada uma máquina de ensaios universal (Instron) com velocidade de 0,5 mm/min. Os autores concluíram que: a) os valores médios para o grupo do Cerec Vitablocs Mark II foram significativamente maiores que do Dicor; b) dentro das cerâmicas não houve diferença significativa entre EnForce e Fuji Duet, mas a resistência de união proporcionada pelo EnForce foi superior ao do C&B Metabond, Panavia 21 e Cerec Duo; c) para o Dicor o EnForce demonstrou maior resistência de união; d) para o Cerec Vitablocs Mark II o Fuji Duet demonstrou maior resistência de união; e) para as cerâmicas houve 76,78% de falhas adesivas e 23,22% coesivas.

Della Bona et al.²³ (2003) avaliaram o uso dos princípios de fractografia para classificar o modo de fratura da resina composta unida à cerâmica depois do ensaio mecânico de microtração; e testaram a hipótese de que os grupos experimentais com maior média de resistência de união exibiriam padrões de fratura que iniciasse na interface

resina/cerâmica e subsequentemente propagasse entre um dos dois materiais. Para isso, utilizaram 2 cerâmicas: IPS Empress I e IPS Empress II e realizaram os seguintes tratamentos: 1) Condicionamento com ácido fluorídrico 9,6% por 2 minutos; 2) Condicionamento com flúor fosfato acidulado 4,0% por 2 minutos; 3) Aplicação de silano (Silane Bond Enhancer, Chamaleon Dental Products); 4) Condicionamento com ácido fluorídrico 9,6% por 2 minutos e aplicação de silano; e 5) Condicionamento com flúor fosfato acidulado 4,0% por 2 minutos e aplicação de silano. Então as amostras receberam aplicação de adesivo e resina composta. O ensaio mecânico utilizado foi o de microtração. Os autores verificaram os maiores valores de resistência de união para o grupo do IPS Empress II, independentemente dos tratamentos. Quanto aos tratamentos para o IPS Empress, os grupos que receberam silano tiveram melhores resultados e para o IPS Empress II, os grupos que receberam condicionamento com ácido fluorídrico tiveram os melhores resultados. Analisando o padrão das fraturas, confirmaram a hipótese acima apresentada.

Janda et al.²⁶ (2003) avaliaram um novo método para tratamento superficial de cerâmicas puras com o objetivo de obter boa resistência de união entre tais cerâmicas e um cimento resinoso. Foram confeccionadas 30 amostras de cada material cerâmico: IPS Empress II; In-Ceram Alumina; In-Ceram Zircônia; e Degussit Frialit (ZrO₂). Todas as

amostras foram polidas até lixa nº.800 e divididas em 3 grupos ($n = 10$) para receber aplicação de chama (Tecnologia Pyrosil-Pen), variando o tempo: 1) aplicação de chama por $2,5 \text{ s/cm}^2$; 2) aplicação de chama por 5 s/cm^2 ; e 3) aplicação de chama por 10 s/cm^2 . Após 3 minutos de resfriamento as amostras receberam aplicação de silano SurALink, adesivo Heliobond e cimento resinoso Variolink II. Todas as amostras receberam 5000 ciclos térmicos de 5 a 55°C após 24 horas de armazenagem a seco. Como controle foi utilizado o IPS Empress II, condicionado por 60 segundos com Vita Ceramics Etch, com aplicação de silano Monobond S e os demais procedimentos realizados da mesma maneira que nos grupos experimentais. O ensaio mecânico de cisalhamento foi realizado em máquina de ensaios universal de acordo com a norma ISO 10477. Os autores concluíram que a tecnologia Pyrosil-Pen é um método fácil e efetivo para tratamento de superfície de cerâmicas de silicato, óxido de alumina e óxido de zircônia para obter boa união entre cerâmica/cimento resinoso. O jateamento antes da aplicação da chama ainda deve ser estudado.

Kussano et al.³⁴ (2003) avaliaram a resistência de união porcelana/resina composta, empregando vários métodos de tratamento superficial da porcelana, associado com sistema adesivo antes da aplicação da resina. A porcelana foi abrasionada com ponta diamantada antes de receber um dos seguintes tratamentos: 1) aplicação de adesivo

Scotchbond e polimerização por 20 segundos (controle); retenções mecânicas realizadas com ponta diamantada em forma de roda e aplicação de adesivo; 3) aplicação de ácido fosfórico 35% por 1 minuto, aplicação de silano Ceramic Primer e aplicação de adesivo; 4) aplicação de ácido fluorídrico 10% por 4 minutos, silanização e aplicação de adesivo. Foi então aplicada sobre a superfície tratada a resina composta Z100 com 6,0 mm de diâmetro por 1,5 mm de altura. Todas as amostras foram armazenadas em água destilada em temperatura ambiente por 7 dias e submetidas ao ensaio mecânico de cisalhamento em máquina de ensaios universal com velocidade de 0,5 mm/min. Os valores médios em MPa dos grupos 1, 2, 3 e 4 foram respectivamente: 4,71; 4,81; 11,76; 11,07. Os autores concluíram que a aplicação do silano para estas condições aumentou significativamente a resistência de união porcelana/resina composta.

Özcan e Vallitu⁴⁶ (2003) avaliaram o efeito dos métodos atuais de tratamento superficial de cerâmicas a um cimento resinoso com o objetivo de identificar o melhor método para tratamento das cerâmicas antes da cimentação. Trinta e seis grupos (n = 6) com 6 cerâmicas Finesse, In-Ceram Alumina, In-Ceram Zircônia, IPS Empress II, Procera AllCeram e Alumina experimental foram obtidos dos fabricantes. As cerâmicas foram polidas com lixa nº. 1200 e receberam 1 dos seguintes tratamentos: 1) condicionamento com ácido fluorídrico 9,6% por 90

segundos (exceto o IPS Empress II – 20 segundos) e silanização com Monobond S; 2) jateamento com partículas de óxido de alumínio 110 µm com pressão de 55,11 psi por 13 segundos a uma distância de 10 mm e aplicação de silano ESPE-Sil; 3) Jateamento com partículas de óxido de alumínio modificadas com ácido salicílico de 110 µm com pressão de 40,60 psi por 13 segundos a uma distância de 10 mm e aplicação de silano ESPE-Sil. Uma camada de adesivo Heliobond foi aplicado e fotopolimerizado, feito isso o cimento Variolink II foi manipulado e aplicado sobre a superfície cerâmica em uma matriz com perfuração de 3,6 mm de diâmetro e 5 mm de altura e fotopolimerizado por 40 segundos. Metade das amostras foram armazenadas em água a temperatura ambiente por 24 horas e a outra metade recebeu 6000 termo ciclos de 5 a 55 °C por 30 segundos cada. O ensaio mecânico de cisalhamento foi realizado em máquina de ensaios universal com velocidade de 1,0 mm/min. Os autores concluíram que: a) a resistência de união do cimento resinoso às cerâmicas após o tratamento superficial variou conforme o tipo de cerâmica; b) os achados confirmaram que o condicionamento com ácido fluorídrico é o método de escolha para cimentação de cerâmica contendo matriz vítrea com cimentos a base de Bis-GMA; c) asperização da superfície com jateamento antes da cimentação promoveu maior resistência de união para cerâmicas com alto conteúdo de alumina e os valores aumentaram mais após a silicatização; d) a termociclagem

diminuiu os valores de resistência de união em todos os tratamentos superficiais testados.

Saygili e Shamali⁵⁵ (2003) avaliaram a resistência de união ao cisalhamento entre 2 cimentos resinosos e dois materiais cerâmicos para coroa depois de 4 tratamentos superficiais e aplicação de silano. Cento e quarenta e quatro discos (13,0 mm de diâmetro x 1,2 mm espessura) de IPS Empress e In-Ceram foram confeccionados e embutidos em resina acrílica. Então, as superfícies receberam um dos 4 tratamentos (n = 36): 1) como recebido (cortado com disco diamantado e subsequentemente tratado com silano); 2) asperizado com ponta diamantada; 3) jateado com partículas de óxido de alumínio de 50 µm; 4) jateado com óxido de alumínio e condicionado com ácido fluorídrico 5% por 12 minutos. Foi aplicado silano e um dos 2 sistemas adesivos: Panavia F ou Clearfil SE Bond e em seguida matriz com perfuração de 3,2 mm de diâmetro por 2,0 mm de altura foi preenchida com resina composta Charisma. As amostras foram divididas em 3 grupos (n = 6): armazenadas por 1 dia, 2 semanas e 3 meses em água a 37 °C e então submetidas ao ensaio mecânico de cisalhamento em máquina de ensaios universal Instron a uma velocidade de 0,5 mm/min. O Clearfil SE Bond demonstrou maior média de resistência de união (59,95 MPa), independentemente das cerâmicas. A média para o Panavia unido com o In-ceram foi de 25,89 MPa e com o IPS Empress 10,31 MPa. A

asperização com ponta diamantada para o In-Ceram com Panavia foi de 30,93 MPa e com o Clearfil SE Bond foi de 77,04 MPa. Para o IPS Empress esses valores decrescem para 12,39 MPa para o Panavia e 30,84 para o Clearfil SE Bond. O condicionamento das superfícies jateadas com ácido fluorídrico demonstrou fraca tendência de aumentar a resistência de união.

Begazo et al.⁸ (2004) avaliaram a resistência de união de cinco diferentes cimentos comerciais a uma cerâmica vítrea reforçada por óxido de alumina. Cento e vinte oito discos cerâmicos foram fabricados e posteriormente polidos até a lixa nº. 1.200. Os discos cerâmicos foram divididos em oito grupos: 1) sem tratamento; 2) condicionamento com ácido fluorídrico 9,5% por 150 segundos; 3) silanização com Clearfil Liner Bond e Clearfil Porcelain Bond Activator; 4) condicionado e silanizado; 5) jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50 µm por 20 segundos com pressão de 29 psi; 6) jateamento e condicionamento; 7) jateamento e silanização; 8) jateamento, condicionamento e silanização. Um dos cinco cimentos foi utilizado por vez, após o teste a superfície era reparada e outro cimento era utilizado, as amostras que falharam eram substituídas. O cimento foi aplicado dentro de uma matriz com 4,0 mm de diâmetro e 4,0 mm de altura e polimerizado. Antes da realização dos ensaios mecânicos, as amostras foram armazenadas por 24 horas em temperatura ambiente com a umidade relativa do ar em 100%. O ensaio

mecânico de cisalhamento foi realizado em máquina universal de ensaios mecânicos com velocidade de 0,2 mm/min. Baseado nos resultados pode-se concluir que: a) o uso de cimentos resinosos é obrigatório para cimentação de cerâmicas vítreas reforçadas com óxido de alumínio; b) para o tratamento superficial, o condicionamento ácido e/ou o jateamento seguidos de aplicação de silano é recomendado.

Blatz et al.¹¹ (2004) avaliaram e compararam a resistência de união de diferentes silanos e agentes de união e cimentos resinosos à cerâmica de zircônia, antes e após termociclagem. Foram confeccionados oitenta amostras de Procera AllZirkon (10,0 x 10,0 x 2,0 mm), estas foram jateadas com partículas de óxido de alumínio de 50 µm a 40,6 psi por 13 segundos a 10,0 mm de distância. As amostras foram aleatoriamente divididas em 4 grupos: 1) sistema adesivo Clearfil e Panavia; 2) sistema adesivo Clearfil e Rely X; 3) Cerâmico Primer, Single Bond e Rely X; e 4) Panavia sem sistema adesivo. Os grupos foram subdivididos em: A) armazenados por 180 dias (receberam 2.000 ciclos térmicos de 5 a 60°C por 15 segundos a cada 30 dias, totalizando 12.000 ciclos); e B) armazenados por 3 dias (em água destilada a temperatura ambiente). O ensaio mecânico de cisalhamento foi realizado em máquina de ensaios universal com velocidade de 1 mm/min. Os autores concluíram que: a) a termociclagem afetou significativamente a resistência de união cerâmica/cimento resinoso; b) o maior decréscimo da resistência de união

foi observada no cimento resinoso convencional com seu sistema adesivo (Rely X, Ceramic Primer e Single Bond), o qual também resultou nos menores valores de resistência de união; c) um sistema adesivo e silano contendo MDP empregados com qualquer um dos dois cimentos testados, promoveu valores significativamente maiores de resistência de união após a termociclagem.

Nakamura et al.⁴² (2004) avaliaram o efeito de quatro silanos na resistência de união ao cisalhamento de três cimentos resinosos unidos a cerâmica de óxido de alumínio infiltrada de vidro. Pares de discos de In-Ceram Alumina foram confeccionados, polidos com lixa nº. 600 e receberam um dos quatro primers cerâmicos: Clearfil Porcelain Bond; GC Ceramic Primer; Porcelain LinerM; Tokuso Ceramic Primer. Então com o auxílio de uma matriz para delimitar a área de adesão em 5 mm de diâmetro foi aplicado um dos seguintes cimentos resinosos: Link Max HV, Panavia Fluoro Cement e Rely X ARC, que foram fotoativados por 40 segundos em quatro direções, após a cimentação de um disco cerâmico sobre o outro. As amostras foram subdivididas sendo que metade foi armazenada por 24 horas a 37°C em água destilada e a outra metade foi armazenada por 24 horas a 37°C em água destilada e em seguida recebeu 20.000 ciclos térmicos de 4°C a 60°C por um minuto. Então, foi realizado o ensaio mecânico de cisalhamento em máquina de ensaios universal com velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados

mostraram que o tratamento da superfície com silano aumentou a resistência de união em relação às amostras não tratadas. As amostras tratadas com Clearfil Porcelain Bond mostraram valores de resistência de união significativamente maiores que qualquer outro silano independente do cimento ou termociclagem, com exceção da utilização do Panavia Fluoro Cement com 20.000 ciclos térmicos. Após esses ciclos, todas as amostras apresentaram falha adesiva, com exceção da combinação Clearfil Porcelain Bond ou GC Ceramic Primer com Link Max HV e GC Ceramic Primer e Panavia Fluoro Cement.

Nogami et al.⁴³ (2004) avaliaram o efeito de dois primers cerâmicos bi-componente na resistência de união porcelana/cimento resinoso. Cento e doze pares de discos de porcelana feldspática VMK 68 (10,0 mm de diâmetro por 2,5 mm de espessura) foram confeccionados e polidos com lixas nº. 320, 600 e 1.000. A porcelana então recebeu um dos 7 tratamentos (n = 16): 1) sem tratamento (controle); 2) aplicação do líquido A do Porcelain Liner M; 3) aplicação do líquido B do Porcelain Liner M; 4) aplicação do líquido A e B do Porcelain Liner M; 5) aplicação do líquido A do Tokuso Ceramics Primer; 6) aplicação do líquido B do Tokuso Ceramics Primer; 7) aplicação do líquido A e B do Tokuso Ceramics Primer. Todas as amostras receberam camada de 50 µm de adesivo Bistite II com 5 mm de diâmetro entre os pares de discos cerâmicos. Esses grupos foram subdivididos: um grupo foi armazenado

em água a 37°C por 24 horas e o outro recebeu 20.000 ciclos térmicos de 4 a 60°C por 1 minuto. O ensaio mecânico de cisalhamento foi realizado em máquina de ensaios a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados mostraram, que os grupos nos quais foram aplicados o líquido A e B dos dois sistemas apresentaram maiores valores de resistência de união antes e após a termociclagem. Os autores concluíram que a utilização dos dois componentes mostrou melhores resultados que a utilização do isolada do silano quando uma porcelana feldspática foi unida ao Bistite II.

Piwowarczyk et al.⁴⁹ (2004) avaliaram a resistência de união de agentes cimentantes a liga com alto conteúdo de ouro e diferentes cerâmicas. As cerâmicas utilizadas foram: Procera AllCeram, IPS Empress e IPS Empress II. Todas as amostras foram polidas com lixa nº.600. As amostras de liga metálica e Procera foram jateados com partículas de óxido de alumínio de 110 µm a 40,6 psi a 10 mm de distância por 10 segundos. O IPS Empress e o IPS Empress II foram condicionados com ácido fluorídrico 5% por 90 e 20 segundos respectivamente, lavados, secados e foi aplicada uma camada de agente silano. Em seguida foi cimentada na superfície das amostras resina composta (5,5 mm de diâmetro) com vários cimentos diferentes. Os grupos foram subdivididos, sendo que as amostras do primeiro subgrupo foram submetidas ao ensaio de cisalhamento 30 minutos após a cimentação e o segundo subgrupo foi mantido em água destilada por 14

dias e recebeu 1000 ciclos térmicos de 5 a 55 °C antes de ser submetido ao ensaio mecânico. O ensaio mecânico de cisalhamento foi realizado em máquina de ensaios universal com velocidade de 0,5 mm/min. Dentro das limitações do estudo, os autores puderam concluir que: a) após 30 minutos, os agentes cimentantes demonstraram menor resistência de união com exceção dos cimentos resinosos fotopolimerizáveis e de polimerização dual; b) resistência de união dos cimentos resinosos foi significativamente maior que aquela do fosfato de zinco, ionômero de vidro e ionômeros de vidro modificados por resina; c) o Rely X Unicem produziu maior resistência de união ao cisalhamento ao IPS Empress após a termociclagem; d) o Panavia demonstrou maiores valores de resistência de união à liga com alto conteúdo de ouro e ao Procera após a termociclagem; e) a polimerização por luz dos cimentos duais melhoraram a resistência de união se comparadas a autopolimerização destes cimentos.

Saraçoglu et al.⁵³ (2004) avaliaram a interação entre resistência de união e tratamento superficial para uma cerâmica comercial. Cento e quarenta e oito peças de IPS Empress medindo 4,0 mm de diâmetro por 3,0 mm de espessura foram confeccionadas e posteriormente polidas com lixa nº. 600. As amostras foram divididas em nove grupos (n = 22), vinte foram preparadas para o ensaio de cisalhamento, com os seguintes tratamentos: 1) condicionamento com

ácido fluorídrico 4,9% por 10 segundos; 2) condicionamento com ácido fluorídrico 4,9% por 20 segundos; 3) condicionamento com ácido fluorídrico 4,9% por 40 segundos; 4) condicionamento com ácido fluorídrico 9,5% por 10 segundos; 5) condicionamento com ácido fluorídrico 9,5% por 20 segundos; 6) condicionamento com ácido fluorídrico 9,5% por 40 segundos; 7) Condicionamento com ácido fosfórico 40% por 40 segundos; 8) jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50 μm por 10 segundos com pressão de 60 psi; 9) asperização com disco diamantado. As amostras foram silanizadas, cimentadas umas às outras com cimento resinoso dual Opal e armazenadas por um mês em água destilada, num total de 10 amostras por grupo. O ensaio de cisalhamento foi realizado com velocidade de 0,05 mm/min. As outras amostras foram analisadas em microscópio eletrônico de varredura quanto a formação de poros ou sulcos, ranhuras e deposição de cristais de leucita. Os autores concluíram que: a) condicionamento com ácido fluorídrico promoveu união mais forte em comparação com outros métodos. O MEV mostrou formação de poros e sulcos mais distintos; b) mudanças morfológicas foram obtidas utilizando o ácido fluorídrico. A extensão da mudança depende da concentração do ácido e tempo de condicionamento; c) as amostras condicionadas com ácido fluorídrico 9,5% por 40 segundos mostraram os maiores valores de resistência de união; d) as amostras condicionadas pelo ácido fosfórico 40% produziram os menores valores de resistência de união.

Valandro et al.⁶⁶ (2004) estudaram os tratamentos superficiais, com e sem sílica, em cerâmicas resistentes ao condicionamento ácido, visando o aumento da resistência adesiva entre a cerâmica e um cimento resinoso, e analisaram a influência do tipo de cerâmica na resistência adesiva. Foram utilizadas três cerâmicas para infra-estrutura: In-Ceram Alumina (AL), In-Ceram Zircônia (ZR) e Procera AllCeram (PR). Os blocos cerâmicos foram polidos até lixa nº. 1.200 em seguida divididos em dois grupos: 1) jateados com partículas de óxido de alumínio 110 µm; e 2) jateados com partículas de óxido de alumínio modificadas por sílica de 30 µm e em seguida as superfícies foram silanizadas com ESPE-Sil. O jateamento nos dois grupos foi realizado perpendicularmente e a 10 mm da superfície cerâmica por 15 segundos e pressão de 40,60 psi. O cimento utilizado para união do bloco de cerâmica a um bloco de resina composta foi o Panavia F. O ensaio mecânico utilizado foi o de microtração, realizado em máquina de ensaios universal com 1,0 mm/min. Os valores médios obtidos em MPa para o grupo jateado foram: AL 17,3; ZR 15,1; PR 12,7 e para o grupo silicatizado foram: AL 31,2; ZR 26,8; PR 18,5. A partir dos resultados obtidos os autores concluíram que a silicatização desempenha papel importante na promoção de uma maior resistência adesiva das cerâmicas resistentes a ácidos, em especial para aquela que contém fase vítrea, como o In-Ceram Alumina e In-Ceram Zircônia.

Varjão et al.⁶⁷ (2004) analisaram por meio de revisão de literatura as alternativas de tratamento de superfície existentes, para a cimentação adesiva de peças protéticas confeccionadas em cerâmica. Concluíram que: a) nas cerâmicas com alto conteúdo de sílica o condicionamento com ácido fluorídrico ou o jateamento, seguido pela aplicação do silano, têm demonstrado bons resultados; b) para os sistemas In-Ceram e Procera AllCeram estariam indicados o jateamento e a silanização com o sistema Rocatec; c) cimentos contendo MDP, como o Panavia são os mais indicados independentemente do tipo de cerâmica e tratamento empregados.

Proposição

3 PROPOSIÇÃO

Em decorrência do rápido avanço dos sistemas cerâmicos para infra-estrutura de próteses fixas e das incertezas existentes quanto aos tratamentos da superfície interna realizados antes da cimentação, torna-se válido o estudo de tais tratamentos para os vários sistemas cerâmicos existentes no mercado.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de três tratamentos superficiais na resistência de união de um cimento resinoso a três cerâmicas dentais: Duceram Plus, IPS Empress II e In-Ceram Alumina. Concomitante a isso, analisar a topografia superficial dessas cerâmicas submetidas aos mesmos tratamentos superficiais.

Material e Método

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 MATERIAIS UTILIZADOS

4.1.1 MATERIAIS CERÂMICOS

No presente estudo, foram avaliadas as cerâmicas para infra-estrutura IPS Empress II (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), processada por injeção, e In-Ceram Alumina (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha), processada por dupla sinterização, e uma porcelana feldspática, Duceram Plus (DeguDent, Hanau, Alemanha), sinterizada convencionalmente e utilizada como controle (Figuras 1, 2 e 3).



FIGURA 1. IPS Empress II



FIGURA 3. Duceram Plus



FIGURA .2. In-Ceram Alumina

O Quadro 1 apresenta a relação dos fabricantes, a composição básica e a forma de apresentação dos materiais estudados.

Quadro 1 - Materiais cerâmicos utilizados neste estudo

Material/Fabricante	Composição	Apresentação
IPS Empress II / Ivoclar	Dissilicato de Lítio 70% (em volume)	Lingotes simples (0,5 g)
In-Ceram Alumina / Vita	Óxido de Alumínio 100% Óxido de Lantânio Líquido aglutinante Aditivo	Frasco com 300 g Frasco com 25 g Ampola com 5 ml Frasco com 5 ml
Duceram Plus / DeguDent	Feldspato	Frasco com 100 g

4.1.2 MATERIAIS PARA TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE

Para este estudo, foram utilizados dois materiais de tratamento superficial: ácido fluorídrico 10% (Dentsply, Rio de Janeiro, Brasil) e partículas de óxido de alumínio de 50 μm (Bio-art, São Carlos, Brasil).

O Quadro 2 apresenta a relação dos fabricantes, a composição básica e a forma de apresentação dos materiais para tratamento de superfície.

Quadro 2 - Materiais para tratamento de superfície utilizados neste estudo

Material/Fabricante	Composição	Apresentação
Condicionador de porcelanas / Dentsply	Ácido fluorídrico 10%	Seringa com 10 ml
Óxido de Alumínio / Bio-Art	Óxido de Alumínio em partículas de 50 μm	Pote com 1 kg

4.2 MÉTODOS

4.2.1 RESISTÊNCIA DE UNIÃO CERÂMICA/CIMENTO RESINOSO

4.2.1.1 Obtenção dos corpos de prova

4.2.1.1.1 IPS Empress II

Foram enceradas 18 pastilhas com cera para fundição (Kota, São Paulo, Brasil), medindo 7,5 mm de diâmetro por 3,0 mm de espessura cada, empregando para isso uma matriz metálica perfurada com tais medidas (Figura 4). A cera para fundição foi derretida utilizando-se uma espátula número 7 Duflex (SSWhite, Rio de Janeiro, Brasil) aquecida em lamparina a álcool e inserida com excesso na matriz metálica pela técnica do pingamento. Para que a superfície inferior das pastilhas de cera ficasse lisa, foi colocada abaixo da matriz metálica uma folha de acetato. Após o endurecimento da cera, uma espátula número 24 Duflex (SSWhite, Rio de Janeiro, Brasil) foi aquecida e passada nas superfícies inferior e superior da matriz metálica com a finalidade de regularizar a superfície da pastilha de cera. Em seguida, a pastilha foi retirada da matriz metálica e colocada em recipiente contendo água destilada a fim de minimizar possíveis distorções.



FIGURA 4. Matriz metálica 7,5 x 3 mm

Após a confecção das pastilhas de cera, a estas foi adicionado um sprue de cera de 3 mm de diâmetro, sendo colocadas no anel de fundição – em número de três, totalizando seis anéis. Para a inclusão, foi utilizado revestimento para cerâmica injetada CeramOpress (Polidental, São Paulo, Brasil), manipulado em espatulador a vácuo Turbo Mix (EDG, São Carlos, Brasil). Após a presa do material de revestimento, o anel, o êmbolo e a pastilha de IPS Empress II (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) foram colocados no forno EDG3P-S (EDG, São Carlos, Brasil) até atingir a temperatura de 800°C e mantida por 30 minutos para que a cera fosse eliminada e o anel, o êmbolo e a pastilha de cerâmica atingissem a temperatura correta para o início da injeção. Procedeu-se então, a fundição e injeção de uma pastilha individual de dissilicato de lítio IPS Empress II (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) em forno de prensagem especial EP 500 (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) da seguinte maneira: logo após a retirada dos materiais do forno para a eliminação da cera, a pastilha foi colocada na parte perfurada do anel; em seguida, foi posicionado o êmbolo de alumina e o conjunto foi colocado no forno. A temperatura inicial foi de 700°C, com taxa de elevação de 60°C, em vácuo, até atingir 920°C, permanecendo por 20 minutos também em vácuo. Ao final desse tempo, o êmbolo foi pressionado para dentro do anel de revestimento por meio de um pistão localizado no interior do forno, com pressão de 5 bar. Após a injeção, o anel foi resfriado em temperatura ambiente. As pastilhas cerâmicas foram

retiradas do revestimento por meio de desgaste do revestimento com fresa maxicut e jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50 µm com pressão de 30 psi à distância de 30 mm.

4.2.1.1.2 In-Ceram Alumina

O pó do In-Ceram Alumina e líquido aglutinante, após sua manipulação em aparelho de ultra-som Vitassonic II (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha), foram condensados em matriz metálica com perfuração medindo 7,5 mm de diâmetro por 3,0 mm de espessura. A inserção foi realizada com auxílio de pincel para aplicação de porcelana. Foram obtidas nove pastilhas cerâmicas que, após secagem e remoção da matriz metálica com êmbolo plástico, foram levadas ao forno Inceramat II (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha) por 2 horas a temperatura de 1120°C. Após essa queima, as pastilhas foram novamente levadas ao forno por 6 horas a uma temperatura de 1100°C, com a finalidade de infiltração do vidro. Para que o vidro fosse infiltrado de maneira homogênea nos dois lados da pastilha, essa operação foi realizada duas vezes, uma de cada lado de cada pastilha. Após o resfriamento, os excessos de infiltrado de vidro foram removidos com o auxílio de uma ponta diamantada cilindro-cônica 4138 (KG Sorensen, São Paulo, Brasil). A operação foi repetida, totalizando 18 pastilhas.

4.2.1.1.3 Duceram Plus

O pó da porcelana feldspática Duceram Plus (DeguDent, Hanau, Alemanha) misturado em água destilada, foi condensado em matriz metálica com perfuração medindo 9,0 mm de diâmetro por 3,0 mm de espessura (Figura 5). Para a inserção, foram utilizados uma espátula 24 Duflex (SSWhite, Rio de Janeiro, Brasil) e papel absorvente. Foram obtidas nove pastilhas cerâmicas que foram retiradas da matriz com o auxílio de um êmbolo plástico. Após secagem a uma temperatura de 600°C por 6 minutos, as pastilhas cerâmicas foram levadas ao forno de porcelana Vulcano Platiniun (EDG, São Carlos, Brasil) com velocidade de aquecimento de 55°C/min, em vácuo, até atingir 910°C, aguardando-se mais um minuto nesta temperatura, sem vácuo. A cerâmica foi resfriada à temperatura ambiente. Esse processo foi realizado duas vezes a fim de se obter 18 pastilhas desse material.



FIGURA 5. Matriz metálica 9 x 3 mm

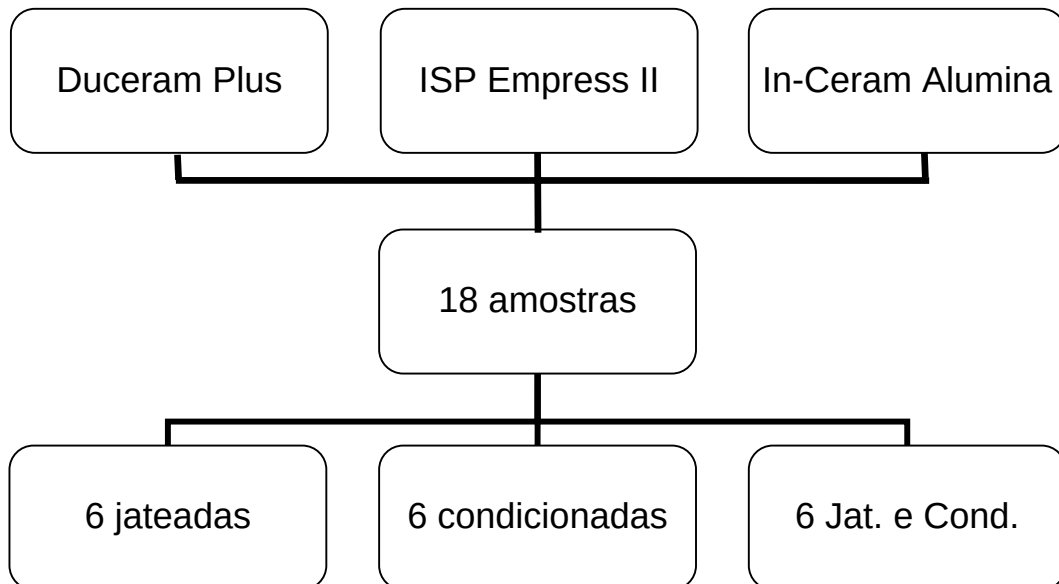
Todas as pastilhas cerâmicas foram incluídas com resina acrílica autopolimerizável rosa Jet (Artigos Odontológicos Clássico Ltda., São Paulo, Brasil). Para isso, utilizou-se uma placa de vidro, onde foram

realizadas duas marcações; uma do diâmetro do tubo de PVC e outra centralizada, com uma caneta para retroprojektor. As pastilhas de cerâmica e os tubos de PVC de $\frac{1}{2}$ polegada de diâmetro e 27 mm de altura foram colados na superfície da placa de vidro em suas devidas marcações, com o auxílio de cola em bastão Prit (Henkel Chile S.A., Santiago, Chile). A resina acrílica foi manipulada de acordo com as especificações do fabricante e vertida dentro dos tubos de PVC, sobre as pastilhas cerâmicas, até a borda.

Após a inclusão das pastilhas cerâmicas dentro dos tubos de PVC, estes foram levados à polidora mecânica Metaserv (Buehler, Londres, Inglaterra) e regularizados e polidos utilizando-se para isso, lixas d'água seqüenciais Aquaflex (Norton, Guarulhos, Brasil) de granulação 220, 280, 400 e 600, por cerca de 3 minutos cada, a uma velocidade de 400 rpm. Um dispositivo fixador foi utilizado para regularizar e polir os corpos na polidora mecânica, com o objetivo de manter a superfície cerâmica perfeitamente perpendicular ao longo eixo do tubo de PVC, condição *sine qua non* para que o ensaio de cisalhamento fosse bem executado. Após o polimento, os corpos cerâmicos incluídos nos tubos de PVC foram armazenados a seco para posterior tratamento superficial.

4.2.1.2 Tratamentos de superfície

Organograma 1 - Relação dos materiais, número de amostras e tratamentos



4.2.1.2.1 Jateamento

Foram jateadas 12 pastilhas de cada material cerâmico. Para tal procedimento, utilizou-se um jateador Basic Classic (Renfert, Hilzingen, Alemanha) carregado com óxido de alumínio de 50 μm (Bio-art, São Carlos, Brasil) e uma pressão de 40 psi. Com a finalidade de padronizar a distância do jateamento, foi confeccionado um dispositivo que permitia um jateamento perpendicular ao corpo cerâmico a uma distância de 15 mm, em várias posições, o qual foi realizado por 10 segundos.

4.2.1.2.2 Condicionamento ácido

Foi realizado o condicionamento com ácido fluorídrico a 10% (Dentsply, Rio de Janeiro, Brasil) de seis amostras de cada material, não jateadas. O condicionamento foi realizado por 120 segundos para as amostras de porcelana feldspática (Duceram Plus) e de óxido de alumínio infiltrado de vidro (In-Ceram)¹² e por 20 segundos para as amostras de dissilicato de lítio (IPS Empress II)¹². Após o condicionamento, cada corpo foi lavado com jato ar/água por 30 segundos.

4.2.1.2.3 Associação de jateamento e condicionamento ácido

Das 12 amostras jateadas de cada material, 6 foram separadas aleatoriamente, sendo posteriormente realizado condicionamento ácido. A metodologia e os materiais utilizados foram exatamente os mesmos citados acima.

Após os tratamentos terem sido realizados, todos os corpos foram limpos com jato ar/água por 1 minuto e posteriormente colocados em um aparelho de ultra-som Thornton (Ipec Eletrônica Ltda., Vinhedo, Brasil) para limpeza utilizando água destilada por 10 minutos.

4.2.1.3 Aplicação do sistema adesivo e cimento resinoso

Depois de concluído o tratamento superficial, foi realizado o procedimento de cimentação individualmente. Inicialmente foi aplicado, sobre o corpo cerâmico tratado, o agente silano Monobond S (Ivoclar

Vivadent, Schaan, Liechtenstein) com aplicador manual (Applicator Tips, Dentsply, DeTrey), deixando-se que agisse sobre a superfície por 60 segundos, posteriormente seco com jato de ar por 5 segundos. Em seguida foi encaixada, no tubo de PVC, uma matriz metálica com perfuração circular onde se encaixava outra matriz metálica, agora bipartida com perfuração central de 5,0 mm de diâmetro e espessura de 3,0 mm, com a finalidade de delimitar a área de adesão do cimento resinoso à cerâmica. Com as matrizes posicionadas, uma camada de adesivo dentinário Excite (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) foi aplicado sobre a superfície delimitada, com o auxílio de um aplicador manual (Applicator Tips, Dentsply, DeTrey), e, em seguida, aplicado jato de ar por 5 segundos com a finalidade de evaporar o solvente presente no adesivo. Então, uma porção de pasta base (transparente) e uma de pasta catalisadora (A3) do cimento resinoso Variolink II (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), de 0,0600 g cada, foram pesadas em balança de precisão (0,0001g), modelo BL 210S (Sartorius, Gottingen, Alemanha), totalizando 0,1200 g. As duas porções do cimento resinoso foram manipuladas com o auxílio de uma espátula plástica Clearfill (Kuraray, Tóquio, Japão), presente no kit do cimento resinoso Panavia 21, por 10 segundos e inseridas em excesso com uma espátula para resina composta (Americam Eagle, Missoula, EUA) (Figura 6). Uma tira de poliéster e uma lâmina de vidro foram cortadas para se adaptarem à superfície da matriz com a finalidade de regularizar a superfície e impedir

o contato com oxigênio. A seguir, a ponta do aparelho fotopolimerizador XL 3000 (3M Dental Products, St. Paul, Alemanha), monitorado por radiômetro analógico Gnatus (Ribeirão Preto, Brasil) com densidade de energia em torno de 600 mW/cm^2 , foi colocada sobre a lâmina de vidro, e o aparelho foi ativado por 40 segundos. A matriz foi então removida, e os corpos de prova estocados em máquina de simulação de ciclos térmicos, como descrito a seguir.



FIGURA 6. Inserção do cimento na matriz

4.2.1.4 Termociclagem

Para a realização da termociclagem, foi utilizada uma máquina de simulação de ciclos térmicos (MSCT-3, São Carlos, Brasil) pertencente ao Laboratório Integrado de Pesquisa de Biocompatibilidade de Materiais – LIPEM, da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – USP (Figura 7). Os corpos de prova foram colocados dentro de um saco de tule e amarrados com o objetivo de não se perder nenhum corpo durante o processo de termociclagem. Inicialmente as amostras foram armazenadas por 24 horas em água destilada a 37°C . Em seguida, foram

realizados 1.000 ciclos, variando-se de 5°C a 55°C cada banho de 30 segundos, com tempo de um banho para o outro de 5 segundos, após o que novamente armazenados por 24 horas em água destilada a 37°C.



FIGURA 7. Máquina de simulação de ciclos térmicos

4.2.1.5 Ensaio mecânico de resistência de união ao cisalhamento

O ensaio mecânico de cisalhamento foi realizado utilizando-se uma máquina de ensaios MTS 810 (Material Test System, Minnessota, EUA), gerenciada pelo programa Test Star II (IBM, New York, EUA), com célula de carga de 10 kN e velocidade do atuador de 0,5 mm por minuto, permitindo leitura de até 1 grama de precisão. Os dados foram computados pela máquina e impressos.

Para o teste, utilizou-se uma haste cilíndrica com ponta em forma de cunha, a qual tangenciava a superfície plana do corpo de prova

promovendo força compressiva vertical na interface adesiva cerâmica/cimento resinoso (Figura 8).

Os valores de resistência ao cisalhamento foram registrados em MPa e tabulados para a análise estatística.

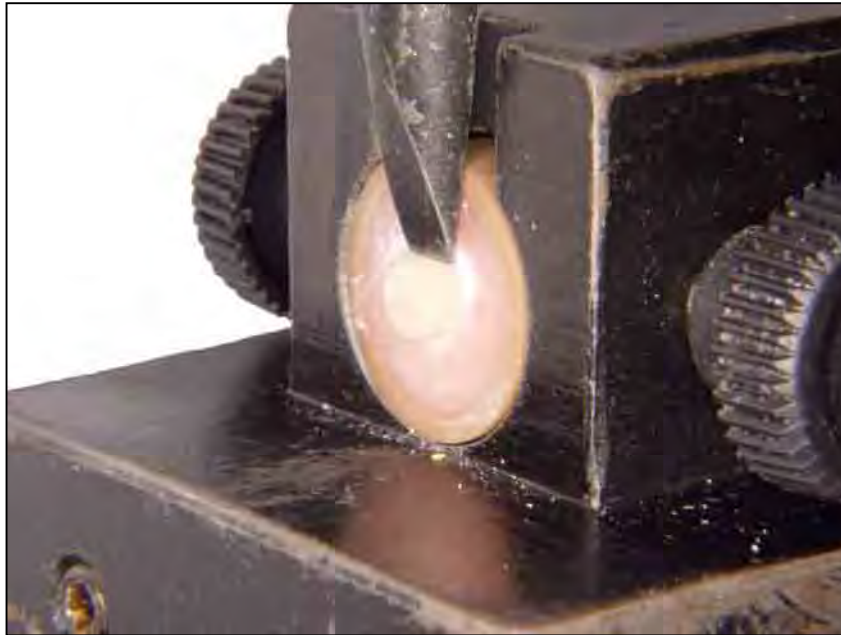


FIGURA 8. Ensaio mecânico de resistência ao cisalhamento

4.2.1.6 Verificação dos tipos de falha

Para tal verificação, foi utilizada uma lupa estereoscópica (Carl Zeiss, Jena, Alemanha) com aumento de 30 vezes, sendo as imagens capturadas pelo programa Leika (CK Comércio Ltda., São Paulo, Brasil) em formato tif. Foram obtidas quatro imagens de cada corpo de prova fraturado, uma colorida, uma preto e branco e uma colorida e uma preto e branco com área de adesão circundada com grafite para facilitar a classificação. Após a obtenção das imagens, as com área de adesão

circundadas foram divididas em quadrantes e cada um recebeu uma das seguintes classificações: (a) falha adesiva, (b) falha coesiva do cimento, (c) falha coesiva da cerâmica, (d) mista – adesiva e coesiva do cimento, (e) mista – adesiva e coesiva da cerâmica e (f) mista – coesiva do cimento e coesiva da cerâmica. Após a classificação dos quadrantes, os corpos foram identificados de acordo com a predominância geral de falhas, seguindo também as classificações acima citadas.

Com o objetivo de melhor ilustrar as falhas, um corpo-de-prova fraturado de cada grupo foi escolhido, de acordo com a predominância do tipo de falha ocorrida, para ser submetido à análise de microscópio eletrônico de varredura Stereoscan 440 (Leica, Cambridge, Inglaterra), localizado no CCDM - Centro de Caracterização e Desenvolvimento de Materiais da UFSCar. O MEV rastreia a superfície da amostra com um feixe de elétrons que é refletido ou retro-espalhado, coletado e mostrado à mesma taxa de varredura sobre um tubo de raios catódicos (semelhante à tela de uma televisão). Todas as amostras foram cobertas com uma camada de ouro pois, necessariamente, a amostra deve conduzir eletricidade e calor.

4.3.1 TOPOGRAFIA DE SUPERFÍCIE

4.3.1.1 Obtenção dos corpos de prova

Com base no estudo de Borges et. al.¹² (2003), um troquel metalizado em liga NiCr Verabond II (Aalbadent Inc, Cordelia, EUA) foi obtido por meio da fundição do enceramento de um 2º molar inferior preparado para receber coroa total de cerâmica pura (Figura 9). Foram realizadas quatro moldagens desse troquel metalizado com uma silicona polimerizada por adição Adsil (Vigodent, Rio de Janeiro, Brasil) pesada e uma leve pela técnica do reembasamento, utilizando como moldeira um tubo de PVC de ½ polegada de diâmetro e 20 mm de altura. Os moldes foram vazados em vibrador de gesso (EDG, São Carlos, Brasil) com vibração leve, utilizando gesso tipo IV Fuji Rock (CG Europe, Leuven, Bélgica) devidamente proporcionado e manipulado em espatulador a vácuo Turbo Mix (EDG, São Carlos, Brasil). Os modelos de gesso foram recortados para expor o término do preparo (Figura 10) e, a partir desses modelos, foram obtidos um coping (no caso dos sistemas cerâmicos para infra-estrutura de prótese fixa) e uma coroa total (para porcelana feldspática) para cada material. A técnica para obtenção de cada corpo-de-prova será descrita a seguir, de acordo com o método de processamento da cerâmica utilizada.



FIGURA 9. Troquéel metálico



FIGURA 10. Modelo de gesso recortado

4.3.1.1.1 IPS Empress II

Como o processo de confecção do IPS Empress II é pela cera perdida, o próprio modelo de gesso foi utilizado. Primeiramente o término do preparo foi delimitado com grafite colorido azul; em seguida, empregado um espaçador para troquéis Superbonder (Henkel, São Paulo, Brasil), com o auxílio de aplicadores manuais (Applicator Tips, Dentsply, DeTrey). O troquel foi, então, isolado com vaselina líquida para que pudesse ser encerado o coping. O processo de inclusão, eliminação de cera, injeção e acabamento do coping segue a mesma seqüência descrita anteriormente para a confecção dos corpos de prova (Figura 11).



FIGURA 11. Coping de IPS Empress II

4.3.1.1.2 In-Ceram Alumina

Para a preparação do coping de In-Ceram Alumina, é necessário confeccionar um modelo em material refratário. Para isto, foi realizada uma moldagem do modelo em gesso recortado e já espaçado, com uma silicona polimerizada por adição Adsil (Vigodent, Rio de Janeiro, Brasil) pesada e uma leve pela técnica do reembasamento, utilizando como moldeira um tubo de PVC de $\frac{1}{2}$ polegada de diâmetro e 20 mm de altura. Um material refratário foi manipulado e vazado para a obtenção do troquel que receberá a cerâmica. O pó do In-Ceram Alumina e o líquido aglutinante foram manipulados em aparelho de ultra-som Vitassonic II (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha). A aplicação dessa mistura foi realizada em camadas com auxílio de pincel para porcelana, até se conseguir a espessura desejada. Os excessos do término foram removidos com o auxílio de uma lâmina de bisturi. Então o conjunto troquel/pó de alumina foi levado ao forno Inceramat II (Vita Zahnfabrik,

Bad Säckingen, Alemanha) por 2 horas a uma temperatura de 1.120°C. Durante a queima, o troquel sofre contração e o coping fica solto sobre o troquel. Sobre a superfície externa do coping, foi aplicada uma mistura de pó óxido de lantânio e água destilada, após levado ao forno por 6 horas a uma temperatura de 1.100°C agora com a finalidade de infiltração do vidro. Após o resfriamento, os excessos de infiltrado de vidro foram removidos da superfície externa com auxílio de uma ponta diamantada cilindro-cônica 4138 (KG Sorensen, São Paulo, Brasil) (Figura 12).



FIGURA 12. Copping de In-Ceram Alumina

4.3.1.1.3 Duceram Plus

Assim como no In-Ceram Alumina, a porcelana feldspática também necessita de um modelo em material refratário para receber a aplicação da cerâmica. Da mesma maneira que para o In-Ceram Alumina o modelo em gesso foi moldado e vazado com material refratário Duravest (Polidental, São Paulo, Brasil) na proporção de 5,0 g para 1,1

ml. Após uma hora, o modelo refratário foi removido do molde e iniciou-se o processo de degaseificação colocando-se o modelo refratário por 10 minutos na porta de forno a 650°C. Nessa mesma temperatura, o modelo refratário foi queimado por mais 20 minutos. Agora, utilizando forno para porcelana, a temperatura foi aumentada de 650°C para 1.050°C sob vácuo com velocidade de 55°C/min, permanecendo nesta temperatura por mais 2 minutos. O resfriamento foi realizado lentamente até atingir a temperatura ambiente. O troquel refratário foi hidratado com água destilada, e duas camadas iniciais de Conector (DeguDent, Hanau, Alemanha) foram aplicadas e queimadas sobre o modelo refratário com a finalidade de evitar falhas na porcelana. Essas queimas foram realizadas com temperatura inicial de 620°C, velocidade de aquecimento de 55°C/min, em vácuo até atingir 970°C e mantidas a essa temperatura, sem vácuo por um minuto. O troquel foi novamente hidratado para facilitar a aplicação da porcelana realizada com pincel Ducera 8 (DeguDent, Hanau, Alemanha). O troquel foi levado novamente ao forno de porcelana Vulcano Platiniun (EDG, São Carlos, Brasil) com temperatura inicial de 600°C, velocidade de aquecimento de 55°C/min, em vácuo até atingir 910°C, aguardando-se mais um minuto nesta temperatura sem vácuo. A cerâmica foi resfriada à temperatura ambiente. Este procedimento foi repetido duas vezes até que a coroa estivesse finalizada. Para a retirada do material refratário de dentro da coroa, foram utilizados fresas em baixa

rotação e jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50 μm com pressão de 30 psi à distância de 30 mm (Figura 13).



FIGURA 13. Coroa Duceram Plus

Após a confecção dos copings e da coroa, estes foram seccionados utilizando-se um disco diamantado dupla face picotado (DFS Dental Forschung Schleicher, Alemanha) montado em motor elétrico LB-100 (Beltec, Araraquara, Brasil). As secções foram realizadas, diagonalmente, da união mésio-vestibular até a união disto-lingual e depois da união disto-vestibular até a união mésio-lingual, obtendo-se então quatro partes do mesmo coping ou coroa (Figura 14). Uma das partes foi utilizada como controle e não recebeu nenhum tratamento superficial, e as outras três partes receberam os diferentes tratamentos superficiais que já foram descritos anteriormente.



FIGURA 14. Coroa ou copings seccionados

4.3.1.2 Tratamentos superficiais

Os tratamentos superficiais foram os mesmos realizados para os corpos dos ensaios mecânicos já citados anteriormente.

Após os tratamentos terem sido realizados, todos os corpos foram limpos com jato ar/água por 1 minuto e posteriormente colocados em um aparelho de ultra-som Thornton (Ipec Eletrônica Ltda., Vinhedo, Brasil) para limpeza, utilizando-se água destilada por 10 minutos.

4.3.1.3 Análise em microscópio eletrônico de varredura

O microscópio utilizado foi o microscópio eletrônico de varredura Stereoscan 440 (Leica, Cambridge, Inglaterra), localizado no CCDM – Centro de Caracterização e Desenvolvimento de Materiais da UFSCar. Todas as amostras foram cobertas com uma camada de ouro, devido à necessidade dessas amostras conduzirem eletricidade e calor.

As imagens obtidas foram analisadas segundo a presença ou a ausência de canais e poros, a rugosidade e a característica superficial. Em cada amostra foram obtidas duas imagens, uma com aumento de 2.000 e outra com aumento de 10.000 vezes.

4.4.1 PLANEJAMENTO ESTATÍSTICO

Tabela 1 - Valores do estudo piloto da resistência ao cisalhamento da união cerâmica/cimento resinoso expressos em MPa

		MATERIAIS		
		Duceram Plus	IPS Empress II	In-Ceram Alumina
TRATAMENTOS	Cond. Ácido	10,60	14,44	0,30
		11,22	14,63	0,25
		8,73	13,35	0,25
	Jateamento	8,13	13,13	4,11
		10,81	13,41	5,54
		11,13	13,98	5,39
	Jat. / Cond. Ac	11,38	14,67	4,79
		13,55	17,39	3,95
		14,92	14,68	4,37

Os valores mencionados para a variável da análise tensão máxima de ruptura, obtidos em um trabalho piloto realizado com três repetições, encontram-se explicitados na Tabela 1.

O teste de Bartlett aplicado a esses valores permitiu verificar que a variabilidade de dentro dos grupos é homogênea e que a variabilidade entre os grupos é não significativa ($p > 7,99$); portanto, existe homecedasticidade nesse conjunto. Além disso, este estudo permitiu-nos calcular $Sp^2 = 1,27$. Usando esses valores e admitindo um erro mínimo de precisão exigida $1x - u1 = 1$, foi possível calcular o número mínimo de repetições em $n \geq 5,42$. Assim, foram adotadas seis repetições.

Resultado

5 RESULTADO

5.1 RESISTÊNCIA DE UNIÃO

Os valores mensurados para a variável de análise Resistência ao cisalhamento da união cerâmica/cimento resinoso, expressos em MPa, encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores de resistência ao cisalhamento da união cerâmica/cimento resinoso, expressos em MPa

		MATERIAIS		
		Duceram Plus	IPS Empress II	In-Ceram Alumina
TRATAMENTOS	Cond. Ácido	12,10	14,44	4,00
		11,22	14,63	0,23
		12,88	13,35	2,26
		13,80	13,95	3,50
		14,00	12,91	1,00
		14,37	13,20	2,25
	Jateamento	8,13	9,01	5,54
		8,44	7,13	5,39
		9,50	8,28	5,60
		8,52	7,11	4,94
		8,28	8,61	6,18
		8,65	8,07	5,02
	Jateamento / Cond. Ac.	13,55	14,67	4,79
		14,92	14,68	4,06
		14,32	15,07	3,95
		14,14	13,90	4,14
		12,14	12,52	3,21
		12,70	12,67	4,21

Previamente à realização das mensurações, um “trabalho piloto”, desenvolvido com três repetições para cada grupo (vide Material e Método) permitiu verificar que as variâncias dentro de cada grupo foram não significativas e propiciou ainda calcular $Sp^2 = 1,27$.

Assim, usando esse valor, pôde-se constatar que, aceitando como diferença mínima a ser apurada entre as médias o valor de 1 unidade ($x - \mu = 1$) foi possível calcular o número mínimo de repetições necessárias para essa pesquisa em $n \geq 5,42$. Foram adotadas, por isso, seis repetições.

Na Tabela 2, encontram-se os valores calculados de dados originais mensurados para a determinação da variável de análise Resistência ao cisalhamento da união cerâmica/cimento resinoso, com valores expressos em MPa.

A normalidade da distribuição dessa variável foi posta à prova pelo método de "Kolmogorov Smirnov" modificado por Lilliefors e resultou num supremo calculado de $d = 0,1713$ com $Po(D \geq 0,1403) = 0,01$ e $m.m.s > 0,01$, ficando portanto, constatado que há evidência amostral suficiente para aceitar-se H_0 , isto é: a distribuição é “NORMAL”.

A homogeneidade das variâncias observadas dentro de cada grupo experimental MiTi foi verificada, tendo sido constatado que a variabilidade dentro de cada grupo foi não significativa (vide Apêndice).

Esse fato revela o cuidado tomado para que nenhum fator estranho ao experimento influísse nos resultados obtidos. Além disso, a

suposição básica de homocedasticidade (igualdade das variâncias das condições experimentais MiTi) foi verificada para as variâncias ou os quadrados médios (QM) das condições experimentais que se encontram no apêndice. Tal verificação foi feita pelo teste de Bartlett, que resultou numa estatística de χ^2 (qui quadrado) igual a 12,90, menor que o χ^2 crítico com 9 gl e 0,05, tabelado em 15,51, o que implica na não rejeição dessa hipótese. Assim, os dados obtidos experimentalmente apresentam estrutura que valida a aplicação do modelo estatístico de Análise de Variância (Tabela 3).

Tabela 3 - Resumo da Análise de Variância

FONTE	gl	S.Q	Q.M	RQM	P
MATERIAL	2	753,95	376,97	444,41	(*)
TRATAMENTO	2	97,33	48,66	57,37	(*)
MAT x TRAT	4	160,40	40,10	47,27	(*)
RESÍDUO	45	38,17	0,85		
TOTAL	53				

* Valores significativos < 0,05

A razão quadrado médio do fator Material apresentou valor significativo com $p < 0,05$. Isto sugere ter havido evidência amostral para concluir-se que pelo menos um dos materiais apresentou valores médios de resistência ao cisalhamento diferentes dos demais.

A Tabela 4 apresenta os valores médios da resistência dos três materiais que foram pesquisados.

Tabela 4 - Valores médios da resistência ao cisalhamento da união cerâmica/cimento resinoso, para materiais, expressos em MPa

Duceram Plus	IPS Empress II	In-Ceram Alumina
11,75	11,90	3,90
(2,49)*	(2,93)*	(1,61)*

()* desvio padrão

Para verificar qual(ais) material(ais) apresentou(aram) valor(es) diferente(s) dos demais, com base na Tabela 4, foi elaborada a Tabela 5, que contém o algoritmo de cálculo para avaliação das diferenças mínimas significativas (d.m.s.), segundo o método de Tukey para separação de médias, duas a duas.

Tabela 5 - Algoritmo de cálculo do módulo das diferenças entre as médias da Tabela 4

		Duceram Plus	IPS Empress II
		11,75	11,90
IPS Empress II	11,90	0,15	
In-Ceram Alumina	3,90	7,85*	8,00*

Tukey: d.m.s = 0,74

* Valor significativo

Na observação da Tabela 5, pode-se concluir que: os materiais Duceram Plus e IPS Empress II apresentam médias de resistência de união não diferentes estatisticamente entre si e superiores

àquela do material In-Ceram, independentemente dos tratamentos superficiais para melhorar a adesão aos quais foram submetidos.

Voltando a observar a Tabela 3, nota-se que a RQM relativa ao fator Tratamento também apresentou valor significativo ao nível de segurança adotado (0,05). Assim, por raciocínio semelhante àquele realizado para o fator Material pode-se concluir que, entre as medidas de tratamento para a resistência de união, pelo menos uma apresenta valor diferente das demais.

A Tabela 6 apresenta os valores das médias de resistência de união revelados pelo fator Tratamento.

Tabela 6 - Valores médios da resistência ao cisalhamento da união cerâmica/cimento resinoso, para materiais, expressos em MPa

Condicionamento ácido	Jateamento	Jateamento / Cond ac.
9,67	7,35	10,53
(5,54)*	(1,51)*	(4,79)*

()* desvio padrão

Para verificar qual média revelou-se diferente das demais, foi aplicado novamente o teste de Tukey para separação das médias duas a duas. Esse teste é realizado calculando-se inicialmente a diferença mínima significativa (d.m.s.) pela qual duas médias podem ser consideradas estatisticamente diferentes entre si. Verificou-se, então, as diferenças existentes, em módulo, entre cada um dos pares possíveis de

médias, as quais comparadas com esse valor, revelaram assim como se comportam entre si as médias.

Desse modo, calcula-se a d.m.s. para tratamento, verificando-se o valor de d.m.s. = 0,74. A coincidência desse valor com aquele calculado para separar as médias do material deve-se ao fato de que permanecem iguais os fatores relativos ao número de repetições, número de médias a comparar, aos graus de liberdade do resíduo e a seu quadrado médio, presentes no resumo da análise de variância.

Com base na Tabela 6 foi construída a tabela 7, que consiste no algoritmo de cálculo para o módulo das diferenças entre todos os pares de médias possíveis de formular.

Tabela 7 - Algoritmo de cálculo do módulo das diferenças entre as médias de tratamento superficial para resistência de união

		Condicionamento ácido	Jateamento
		9,67	7,35
Jateamento	7,35	2,32*	
Jateamento / Cond. ác.	10,53	0,86*	3,18*

Tukey: d.m.s = 0,74

* Valor significativo

Com base no observado na Tabela 7, pode-se concluir, ao nível de segurança adotado, que, independentemente do tipo de material pesquisado, o processo de jateamento associado ao condicionamento ácido mostrou-se superior em resultados de condicionamento de

superfície tanto quando comparado ao condicionamento ácido somente quanto quando a comparação é feita com o jateamento simplesmente, tendo o condicionamento ácido, mostrado resultados superiores àqueles revelados pelo jateamento.

Com relação ao fator Interação material x tratamento, pode-se observar na Tabela 2 que este foi significativo ($p < 0,05$).

A Tabela 8 mostra as médias de resistência de união dessas interações.

Tabela 8 - Valores médios da resistência de união da interação expressos em MPa

		MATERIAIS		
		Duceram Plus	IPS Empress II	In-Ceram Alumina
TRATAMENTOS	Cond. Ácido	13,06 (1,22)*	13,74 (0,70)*	2,20 (1,43)*
	Jateamento	8,58 (0,48)*	8,03 (0,77)*	5,44 (0,44)*
	Jat./ Cond. Ac.	13,62 (1,04)*	13,91 (1,09)*	4,06 (0,50)*

Devido à significância revelada por esse fator, pôde-se concluir que, entre as médias de interação, pelo menos uma difere das demais.

De modo idêntico àquele já realizado para identificar as médias anteriores, procedeu-se, para a interação, o cálculo de d.m.s., para aplicar-se em seguida o método de Tukey. Feito isto, foi construída a Tabela 9, baseada nos dados presentes na Tabela 8.

Tabela 9 - Algoritmo de cálculo do módulo das diferenças entre as médias

	Duc/Ac	IPS/Ác	InC/Ác	Duc/Jat	IPS/Jat	InC/Jat	Duc/JA	IPS/JA
	13,06	13,74	2,20	8,58	8,03	5,44	13,62	13,91
IPS/Ac 13,74	0,68							
InC/Ac 2,20	10,86*	11,54*						
Duc/Jat 8,58	4,48*	5,16*	6,38*					
IPS/Jat 8,03	5,03*	5,71*	5,83*	0,55				
InC/Jat 5,44	7,62*	8,30*	3,24*	3,14*	2,59*			
Duc/JÁ 13,62	0,56	0,12	11,42*	5,04*	5,59*	8,18*		
IPS/JÁ 13,91	0,85	0,17	11,71*	5,33*	5,88*	8,47*	0,24	
InC/JÁ 4,06	9,00*	9,68*	1,86*	4,52*	3,97*	1,38	9,56*	9,85*

Tukey: d.m.s = 1,74

* Valor signifiante

Com base nos dados da Tabela 9 pode-se concluir que:

a) a Duceram Plus, submetida ao condicionamento ácido, apresenta média estatisticamente não diferente da média do IPS Empress II submetido ao mesmo tratamento, bem como da dela própria e do IPS Empress II submetidos ao tratamento associado; porém, apresenta valor médio superior ao do In-Ceram Alumina submetido ao condicionamento ácido e também quando este é submetido ao tratamento associado. Além disso, apresenta médias de resistência de união superiores às aquelas reveladas por si própria quando jateada e às aquelas dos materiais IPS Empress II e In-Ceram Alumina sob o mesmo tratamento. Com relação ao tratamento associado – jateamento e condicionamento ácido – a Duceram Plus apresenta média de resistência de união estatisticamente não diferente daquela revelada quando submetida ao condicionamento ácido, valendo a mesma afirmação para o IPS Empress II.

b) O material IPS Empress II submetido ao condicionamento ácido apresenta média de resistência estatisticamente não diferente daquelas mostradas por si próprio juntamente ao material Duceram Plus quando submetidos ao tratamento associado, porém apresenta resultado superior às aqueles revelados pelos outros materiais submetidos aos outros tratamentos.

c) O material In-Ceram Alumina sob condicionamento ácido apresentou a menor média de resistência de união de toda a pesquisa, mostrando valor

médio estatisticamente inferior àqueles de todos os demais elementos, sob todas as condições de tratamento superficial, que foram pesquisadas.

d) O material Duceram Plus submetido ao jateamento mostrou média estatisticamente não diferente em relação ao IPS Empress II jateado e superior ao In-Ceram Alumina, tanto jateado, quanto submetido ao tratamento associado. Contudo, mostrou um valor inferior tanto quanto o IPS Empress II quando submetidos ao tratamento associado.

e) O material IPS Empress II submetido ao jateamento mostrou valores médios superiores àqueles apresentados pelo material In-Ceram Alumina, tanto quando este foi submetido ao jateamento quanto ao tratamento associado; porém, mostrou valores médios inferiores àqueles revelados pela Duceram Plus e por si próprio quando ambos foram submetidos ao tratamento associado.

f) O material In-Ceram Alumina jateado mostrou valor médio estatisticamente não diferente do apresentado por si próprio quando submetido ao tratamento associado, porém inferior àqueles mostrados pela Duceram Plus e pelo IPS Empress II quando submetidos ao tratamento associado.

g) O material Duceram Plus submetido ao tratamento associado mostrou valor estatisticamente não diferente daquele revelado pelo IPS Empress II submetido ao mesmo tratamento; tendo a Duceram Plus submetida ao condicionamento ácido e ao tratamento associado, mais o IPS Empress II submetido ao condicionamento ácido e ao tratamento associado mostrou os maiores valores apontados em toda a pesquisa, isto é: respectivamente, 13,06 MPa, 13,62 MPa, 13,74 MPa e 13,91 MPa. Além disso, mostrou ainda valor médio superior àquele revelado pelo In-Ceram Alumina submetido ao tratamento associado.

i) O material IPS Empress II submetido ao tratamento associado mostrou também valor médio de resistência de união superior àquele mostrado pelo In-Ceram Alumina submetido ao mesmo tratamento.

5.2 TIPOS DE FALHA

Com relação à análise dos tipos de falhas ocorridas, deve-se observar a Tabela 10, que relaciona essas ocorrências com os tratamentos efetuadas.

Tabela 10 - Tipos de falhas decorrentes dos tratamentos confrontadas com as médias respectivas e suas ocorrências

Duceram Plus				IPS Empress II			In-Ceram Alumina		
Número		Falhas	Médias	Número	Falhas	Médias	Número	Falhas	Médias
C. Ac.	6	A	13,06	2* ; 4	A* ; B	13,74	6	B	2,20
	6	A	8,58	6	B	8,03	6	B	5,44
Jat.	6	A	13,62	4* ; 2	A* ; D	13,91	6	B	4,06
Jat/C. Ac	6	A	13,62	4* ; 2	A* ; D	13,91	6	B	4,06

A. Falha coesiva da cerâmica

B. Falha adesiva

C. Falha coesiva do cimento

D. Falha mista A + B

E. Falha mista A + C

F. Falha mista B + C

5.2.1 DUCERAM PLUS

Houve 100% de falha do Tipo A (coesiva da cerâmica) quando foram realizados os três tratamentos superficiais: condicionamento ácido, jateamento e associação desses dois tratamentos.

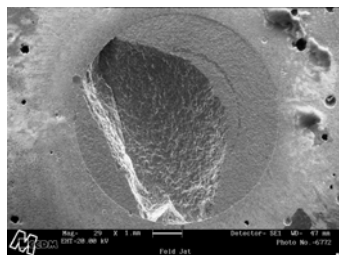


FIGURA 15. Jateamento

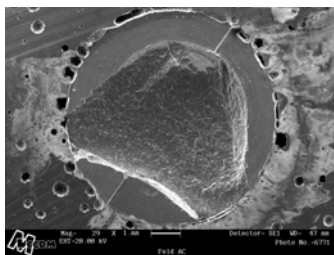


FIGURA 16. Cond. Ácido

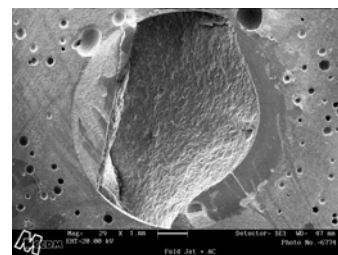


FIGURA 17. Jat / Cond. Ac.

5.2.2 IPS EMPRESS II

Neste material, para o tratamento com condicionamento ácido, 66,7% das falhas apresentaram-se como do Tipo B (adesiva) e 33,3% do Tipo A (coesivas da cerâmica). Quando foi realizado o jateamento, 100% das falhas foram classificadas como Tipo B (adesiva). Com o tratamento associando o jateamento e o condicionamento ácido, 66,7% das falhas foram do Tipo A (coesivas da cerâmica) e 33,3% do Tipo D (mista - coesiva da cerâmica e adesiva).

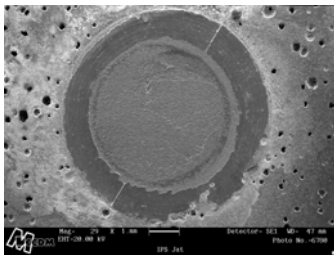


FIGURA 18. Jateamento

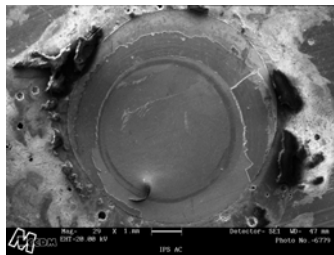


FIGURA 19. Cond. Ácido

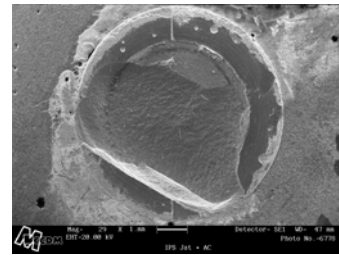


FIGURA 20. Jat / Cond. Ac.

5.2.3 IN-CERAM ALUMINA

Independentemente do tratamento realizado, houve 100% de falhas classificadas como do Tipo B (adesiva).

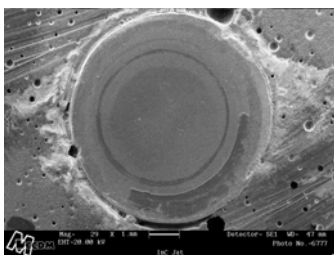


FIGURA 21. Jateamento

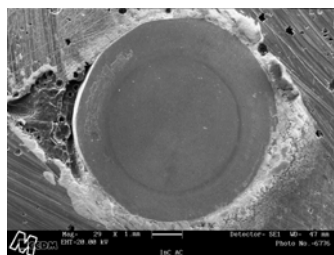


FIGURA 22. Cond. Ácido

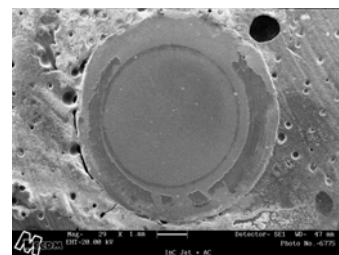


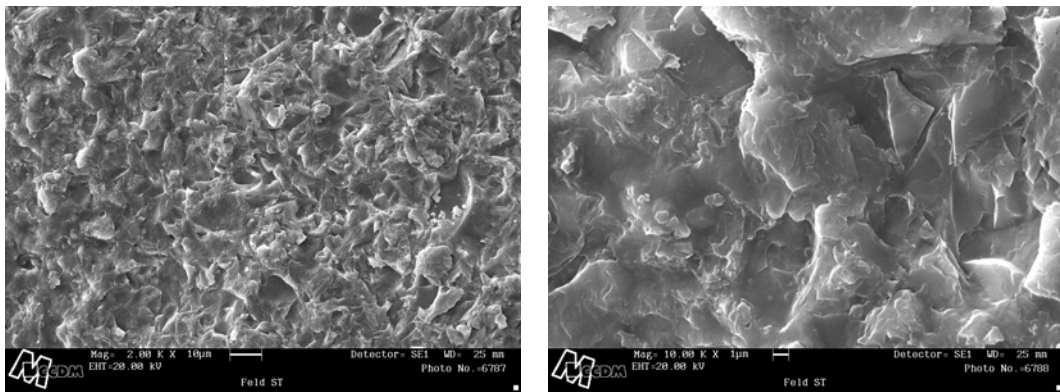
FIGURA 23. Jat / Cond. Ac.

5.3 TOPOGRAFIA SUPERFICIAL

5.3.1 DUCERAM PLUS

5.3.1.1 Sem tratamento

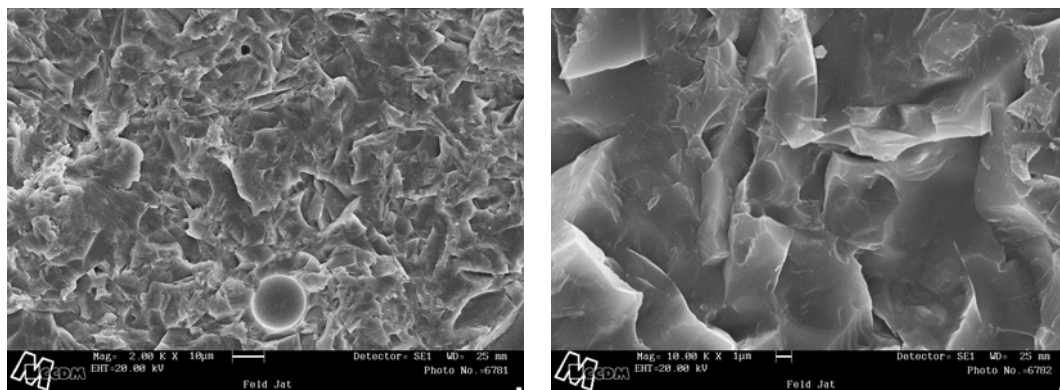
A cerâmica mostra-se com superfície levemente rugosa, sem a presença de canais ou poros.



FIGURAS 24 e 25. Duceram Plus não submetida a nenhum tratamento superficial (Magnificação original de 2.000 e 10.000 vezes respectivamente)

5.3.1.2 Com jateamento

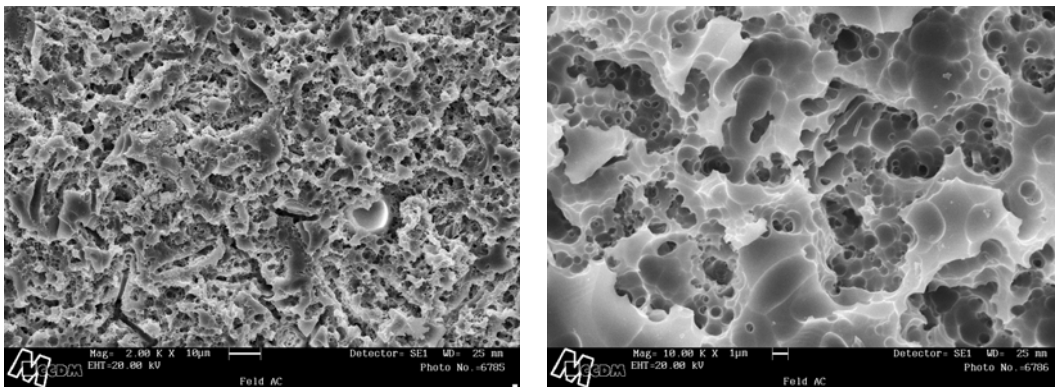
A cerâmica mostra-se com superfície mais rugosa em relação ao grupo sem tratamento, ainda sem a presença de canais ou poros, porém com entalhes mais profundos.



FIGURAS 26 e 27. Duceram Plus submetida ao jateamento (Magnificação original de 2.000 e 10.000 vezes respectivamente)

5.3.1.3 Com condicionamento ácido

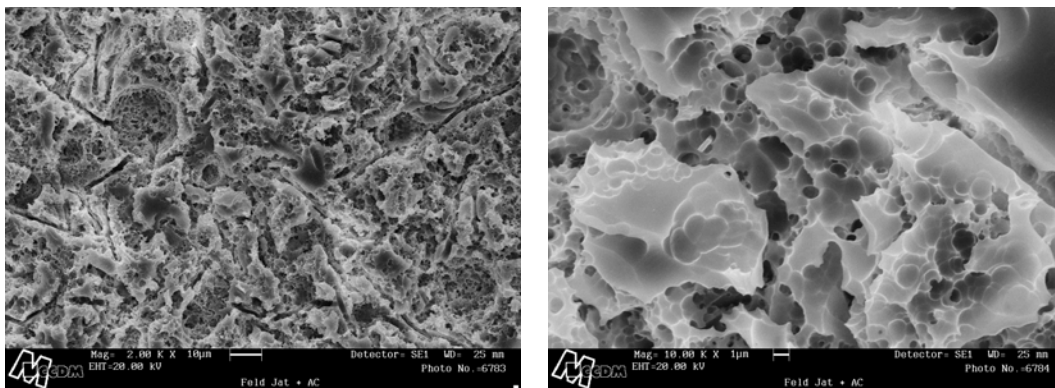
A superfície cerâmica se apresenta bastante irregular, com presença de canais ou poros, medindo de 0,5 μm a 5 μm de diâmetro, distribuídos uniformemente por toda a sua extensão.



FIGURAS 28 e 29. Duceram Plus submetida ao condicionamento ácido (Magnificação original de 2.000 e 10.000 vezes respectivamente)

5.3.1.4 Com associação jateamento/condicionamento ácido

A associação do jateamento ao condicionamento ácido promoveu o mesmo padrão superficial do grupo tratado com ácido, com mesma quantidade e mesmo tamanho de canais e poros, aparentando não haver diferença entre tais tratamentos.

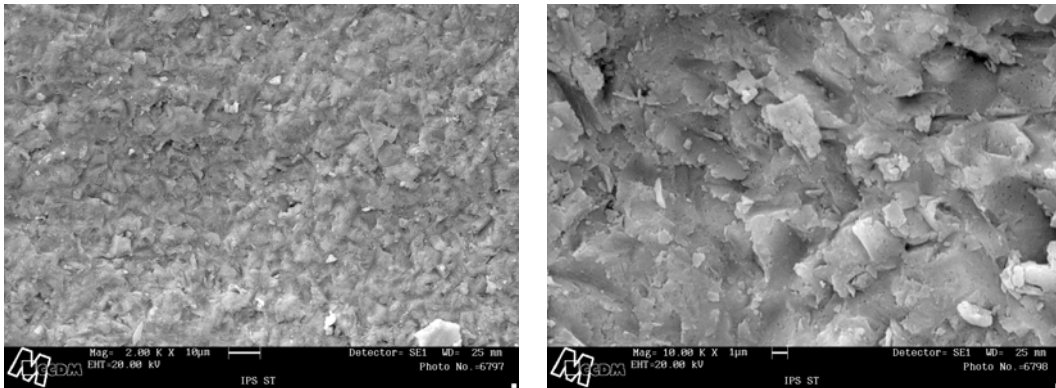


FIGURAS 30 e 31. Duceram Plus submetida ao tratamento associado de jateamento e condicionamento ácido (Magnificação original de 2.000 e 10.000 vezes respectivamente)

5.3.2 IPS EMPRESS II

5.3.2.1 Sem tratamento

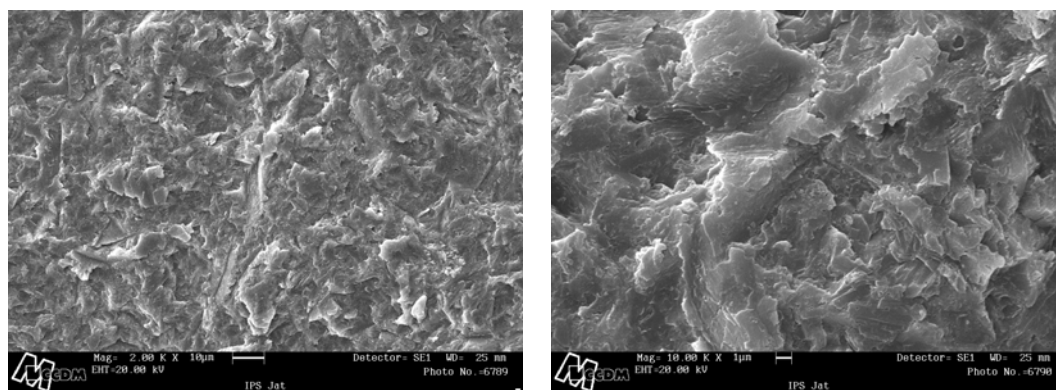
A cerâmica mostra-se com superfície pouco rugosa, sem a presença de canais ou poros.



FIGURAS 32 e 33. IPS Empress II não submetida a nenhum tratamento superficial (Magnificação original de 2.000 e 10.000 vezes respectivamente)

5.3.2.2 Com jateamento

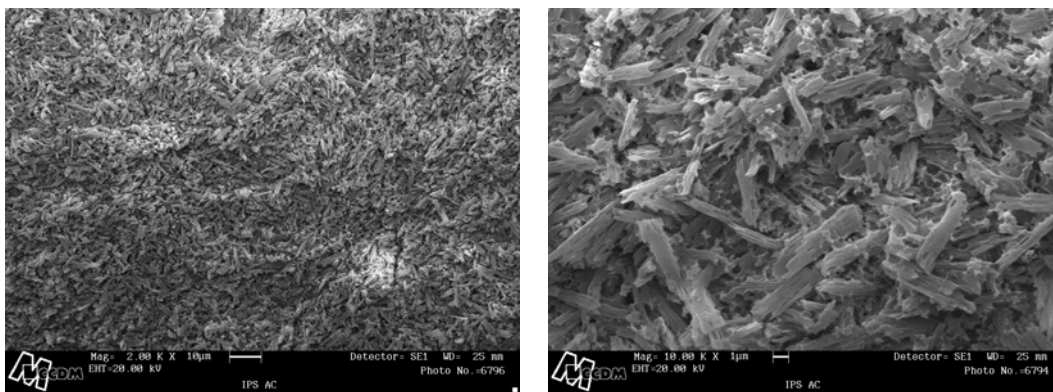
A superfície da cerâmica apresenta-se mais rugosa em relação ao grupo sem tratamento, ainda sem a presença de canais ou poros, porém com entalhes mais profundos e nítidos.



FIGURAS 34 e 35. IPS Empress II submetida ao jateamento (Magnificação original de 2.000 e 10.000 vezes respectivamente)

5.3.2.3 Com condicionamento ácido

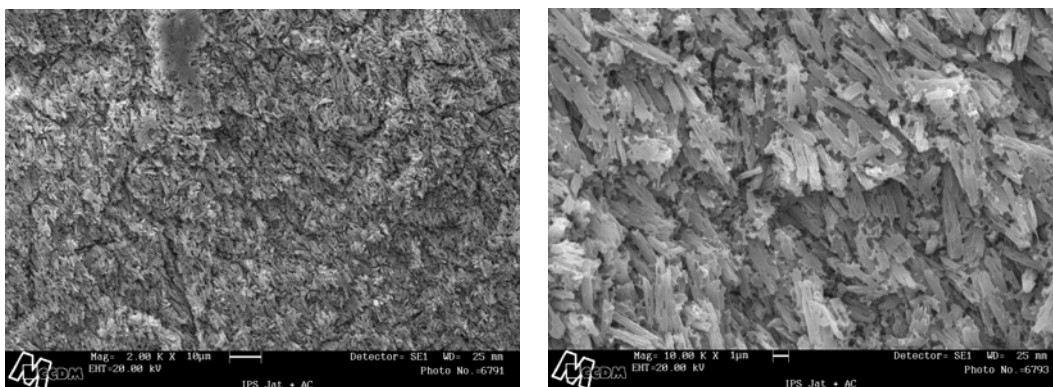
A cerâmica mostra-se com superfície bastante irregular, com exposição dos cristais de dissilicato de lítio e presença de poros medindo de 0,5 μm a 1 μm .



FIGURAS 36 e 37. IPS Empress II submetida ao condicionamento ácido (Magnificação original de 2.000 e 10.000 vezes respectivamente)

5.3.2.4 Com associação jateamento/condicionamento ácido

A superfície da cerâmica mostra basicamente a mesma topografia da apresentada pela cerâmica condicionada com ácido, não havendo diferenças no padrão de condicionamento superficial entre os dois métodos.

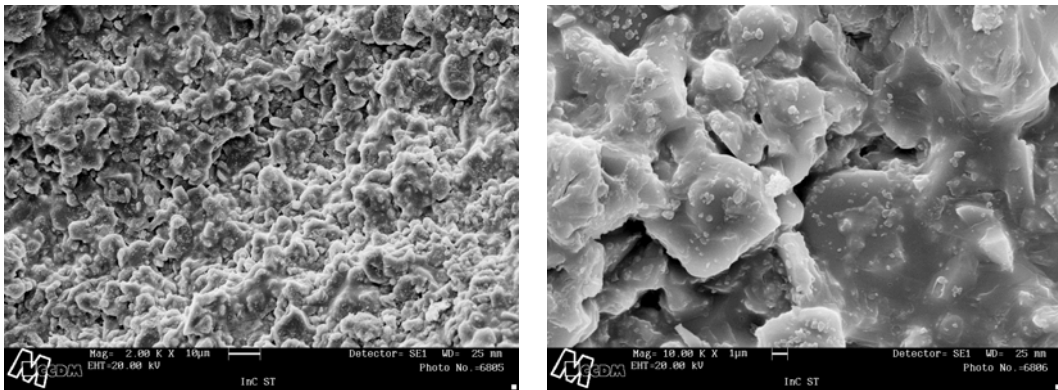


FIGURAS 38 e 39. IPS Empress II submetida ao tratamento associado de jateamento e condicionamento ácido (Magnificação original de 2.000 e 10.000 vezes respectivamente)

5.3.3 IN-CERAM ALUMINA

5.3.3.1 Sem tratamento

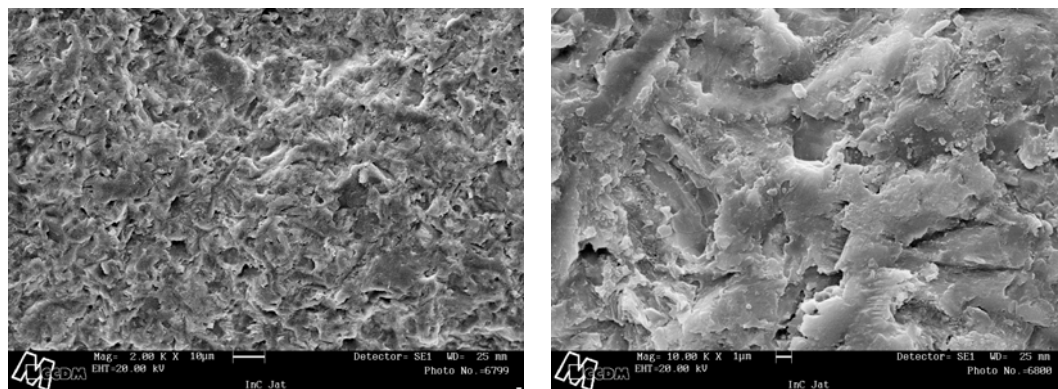
A cerâmica mostra-se com superfície rugosa, com presença de frestas entre os cristais de alumina.



FIGURAS 40 e 41. In-Ceram Alumina não submetida a nenhum tratamento superficial (Magnificação original de 2.000 e 10.000 vezes respectivamente)

5.3.3.2 Com jateamento

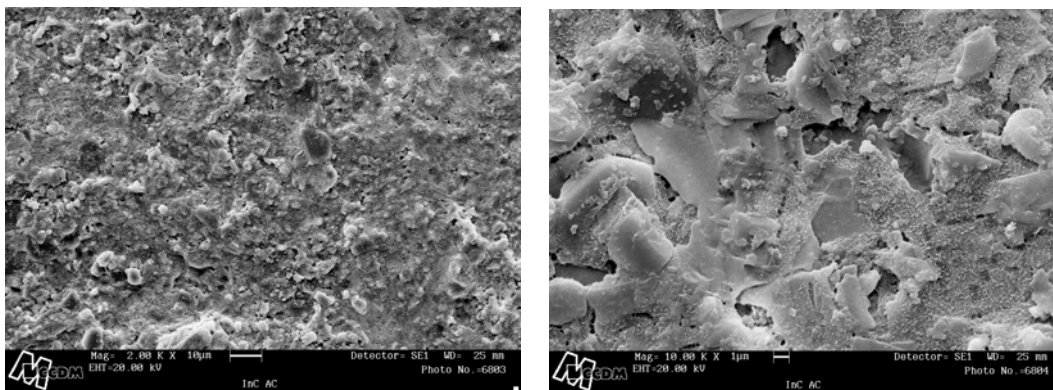
Após o jateamento a superfície cerâmica apresenta-se com menor rugosidade e mais homogênea, sem presença das frestas existentes no grupo controle.



FIGURAS 42 e 43. In-Ceram Alumina submetida ao jateamento (Magnificação original de 2.000 e 10.000 vezes respectivamente)

5.3.3.3 Com condicionamento ácido

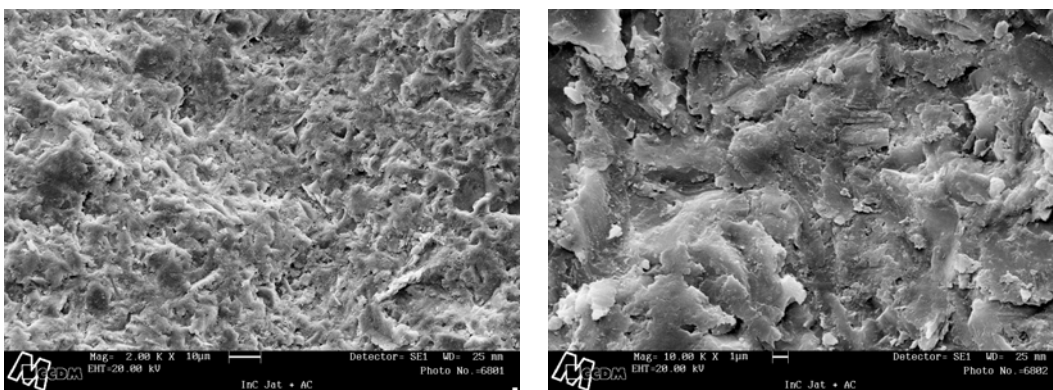
A cerâmica mostra-se com rugosidade menor e mais homogênea, também sem presença das frestas existentes no grupo controle. Há partículas parcialmente aderidas na superfície cerâmica.



FIGURAS 44 e 45. In-Ceram Alumina submetida ao condicionamento ácido (Magnificação original de 2.000 e 10.000 vezes respectivamente)

5.3.3.4 Com associação jateamento/condicionamento ácido

A cerâmica mostra-se com rugosidade homogênea, porém ligeiramente maior que do grupo condicionado, também sem presença das frestas existentes no grupo controle. Igualmente ao grupo tratado com ácido, há partículas parcialmente aderidas na superfície cerâmica.



FIGURAS 46 e 47. In-Ceram Alumina submetida ao tratamento associado de jateamento e condicionamento ácido (Magnificação original de 2.000 e 10.000 vezes respectivamente)

Discussão

6 DISCUSSÃO

Muitos autores^{8,12,45,47,49,51}, e fabricantes relatam a possibilidade de realizar-se a cimentação de coroas ou próteses parciais fixas de cerâmica pura, utilizando-se um cimento não adesivo como o de fosfato de zinco ou de ionômero de vidro, em decorrência da alta resistência dessas próteses, que é promovida pela infra-estrutura cerâmica. Entretanto, a cimentação adesiva é condição necessária no caso da fixação de facetas laminadas, inlays, onlays e próteses fixas adesivas, sendo portanto, fundamental que haja suficiente resistência de união entre o cimento resinoso e a cerâmica^{17,33,45,47}.

Para verificar a resistência de união cerâmica/cimento resinoso, podem ser utilizados vários ensaios mecânicos como: tração^{14,18,59,69}, microtração^{23,66}, cisalhamento^{2,6,8,10,11,15,19,20,25-36,38,42,43,46-49,52-55,57,60-64,70} e microcisalhamento⁵⁸. O cisalhamento é um teste muito descrito na literatura, por simular as forças aplicadas aos dentes e restaurações dentro da cavidade oral⁵⁸ e foi o ensaio mecânico utilizado no presente estudo.

Na literatura, não há uma classificação definida no que diz respeito às cerâmicas dentais. Para facilitar o entendimento, procuramos uma classificação simplificada baseada na composição química, método de processamento e indicação. Quanto a composição elas podem ser: feldspática, feldspática enriquecida por leucita, feldspática aluminizada,

vidro cerâmico com cristais de fluormicamica tetrasílica, vidro cerâmico com cristais de dissilicato de lítio, óxido de alumínio e óxido de zircônio. Quanto ao método de processamento são classificadas em: sinterizadas, duplamente sinterizadas, injetadas e fresadas. E quanto a indicação: porcelanas de cobertura e cerâmicas para infra-estruturas^{4,46}.

Nesse estudo, utilizamos uma porcelana feldspática, para cobertura, confeccionada por sinterização; um vidro cerâmico com cristais de dissilicato de lítio, para infra-estrutura, obtida pela técnica de injeção e uma cerâmica de óxido de alumínio infiltrada por vidro, indicada para infra-estrutura, obtida pela técnica da dupla sinterização.

Justamente em função da diferença entre a composição das amostras, torna-se delicado realizarmos a discussão dos resultados como um todo. Por este motivo, esta análise será feita separadamente de acordo com cada material. Além disso, em decorrência da grande quantidade de variáveis existentes nas pesquisas, tais como: ensaios mecânicos, sistemas cerâmicos, tipo e tempo de tratamento superficial, agentes de união e cimentos, não é possível comparar diretamente os resultados encontrados para valores de resistência de união ao cisalhamento para nenhum grupo estudado.

Para a Duceram Plus (porcelana feldspática) levando-se em consideração os valores apresentados por vários autores^{15,25,35,38,60-64} em seus estudos podemos aceitar nossos resultados (13,06 MPa para o condicionamento; 8,58 MPa para o jateamento e 13,62 MPa para o

tratamento associado), como estando dentro da média estatística. Os valores encontrados mostraram uma maior resistência de união ao cisalhamento para as amostras com tratamento associado.

Quanto ao tipo de falha, poderíamos teorizar que como todas as amostras apresentaram somente falhas do tipo coesiva da cerâmica, a resistência da união cerâmica/cimento resinoso seria maior que a resistência coesiva do próprio material. Estando esta afirmação correta, os valores de resistência de união deveriam se mostrar estatisticamente não diferentes entre si, o que não aconteceu. Então, a hipótese que poderia explicar tal resultado é que apesar de todas as fraturas terem sido classificadas como do tipo coesiva da cerâmica, tal classificação foi baseada na predominância de falhas (conforme descrito na página 101), ou seja, poderia haver pequenas áreas de falha adesiva em falhas com predominância coesiva. A agressividade (extensão) da fratura foi maior nos grupos com tratamento associado e com o condicionamento ácido. Para o grupo jateado, apesar da fratura ter sido classificada como coesiva da cerâmica havia pequenas áreas de falha adesiva, mostrando por isso menores valores de resistência de união.

Quanto a topografia superficial, apesar da impossibilidade de comparação direta devido aos fatores anteriormente citados, observamos padrões semelhantes dos nossos achados com os descritos na literatura^{12,16,21,22,24,35,52,56,61}. O condicionamento ácido e o tratamento associado promoveram padrão de condicionamento mostrando obtenção

de maiores retenções micromecânicas, fator que implicou em maiores valores de resistência de união. Uma consideração importante e extremamente pertinente é propor que o jateamento elimina de forma irregular e não seletiva as partículas presentes na superfície da amostra, diferentemente do condicionamento ácido que só dissolve a matriz vítrea localizada entre a fase cristalina. A eliminação de partículas cerâmicas, principalmente da área referente ao término cervical pode provocar desajuste da peça em relação ao elemento dental preparado, o que seria danoso à restauração, diminuindo sua longevidade. Tal suspeita foi provada para ligas metálicas, mas ainda deve ser analisada para diferentes sistemas cerâmicos. Levando em consideração os fatores acima discutidos, podemos deduzir que, como os valores de resistência de união mostrados pelo tratamento com condicionamento ácido e tratamento associado foram semelhantes, visando economia de tempo, além de evitar possíveis desajustes da peça protética, a utilização exclusiva do condicionamento com ácido fluorídrico 10% por 2 minutos seria a melhor opção.

Para o IPS Empress II, assim como para a Duceram Plus, não há possibilidade de comparação direta com os resultados encontramos na literatura, com anteriormente relatado. Entretanto, os valores por nós obtidos (13,74 MPa para o condicionamento, 8,03 MPa para o jateamento 13,91 MPa para o tratamento associado) são em média, menores que os mostrados na literatura^{23,26,49}. A única exceção é

para o estudo de Saygili e Sahmali⁵⁵ que apresentam valores menores daqueles por nós obtidos quando realizaram a cimentação com o cimento Panavia. Em nosso estudo, os valores mais baixos podem ser explicados em parte, pela não fotoativação do sistema adesivo, preconizada pelo fabricante com objetivo de evitar o possível desajuste marginal provocado pelo adesivo polimerizado em contato com as paredes do preparo. Desta maneira no momento da confecção dos corpos de prova, aplicamos o sistema adesivo e em seguida o cimento e então fotoativamos o conjunto. Portanto há possibilidade de que o adesivo não tenha sido fotoativado corretamente devido à camada de cimento, em consequência, a polimerização pode ter ficado incompleta, levando a uma diminuição nos valores da resistência de união da interface adesiva.

O jateamento com óxido de alumínio produziu os menores valores de resistência de união, provavelmente devido à dureza da cerâmica à base de dissilicato de lítio, que propiciou menor ação do jateamento, promovendo menores microretenções. Quando comparados o condicionamento ácido com o tratamento associado, não houve estatisticamente diferença significativa. Por este motivo, os resultados sugerem o uso do condicionamento ácido sem o jateamento, pois este método proporciona a retirada seletiva da fase vítrea, expondo os cristais de dissilicato de lítio, promovendo irregularidades que possibilitam a infiltração do adesivo e do cimento resinoso, proporcionando assim, boa resistência de união à superfície cerâmica condicionada.

Para o tipo de falha, da mesma forma que para a resistência de união, fica difícil mais uma vez, comparar nossos resultados com a literatura pertinente. Para o sistema IPS Empress II, falhas coesivas da cerâmica ocorreram no grupo tratado com condicionamento ácido e no grupo com tratamento associado, nos quais, parece haver maiores irregularidades, aumentando com isso a área de contato com o adesivo e o cimento resinoso. Nesses casos, a resistência de união superou a resistência intrínseca da cerâmica. No entanto, segundo Della Bona²³, fraturas coesivas da cerâmica podem não representar uma união forte com cimento resinoso, e sim um enfraquecimento dos cristais provocado por qualquer tratamento superficial, em especial o condicionamento ácido que degrada a matriz vítrea. Por este motivo, um tratamento superficial específico, realizado de acordo com cada cerâmica, é essencial para formação de microretenções sem enfraquecer em demasia sua estrutura. Por este motivo, para todas as condições estudadas em que ocorreram falhas do tipo coesiva, poderiam representar falhas estruturais na cerâmica, provocadas pelo tratamento superficial.

Conforme figuras 32, 33, 34, 35, 36 e 37, a topografia apresentada por esta cerâmica mostrou semelhanças com estudo de Borges et al.¹². A topografia superficial do grupo condicionado com ácido mostrou-se parecida ao do grupo com tratamento associado, fato confirmado pelos valores de resistência de união. Esta observação lembra que da mesma maneira que para a Duceram Plus, a utilização do

condicionamento ácido, com a finalidade de economia de tempo e de evitar distorções às restaurações seria preferido em relação aos outros tratamentos.

O sistema In-Ceram Alumina, composto por cerca de 85% de óxido de alumínio e cerca de 15% de óxido de lantânio⁵⁰ apresenta a menor resistência de união entre os grupos independentemente do tratamento realizado. Os valores médios obtidos para os grupos foram: 2,20 MPa para o condicionamento, 5,44 MPa para o jateamento 4,06 MPa para o tratamento associado. Valores menores aos encontrados na literatura^{36,42,49,55,70}.

Os baixos valores de resistência de união se deveram basicamente pela conformação química do sistema que por apresentar grande quantidade de alumina, cristal que apresenta grande dureza, e não reage bem com o silano utilizado em neste estudo. Em decorrência de sua dureza o efeito do jateamento é limitado sobre sua estrutura, causando pequena rugosidade quando jateado com óxido de alumínio de 50 µm com pressão de 40 psi por 10 segundos a uma distância de 15 mm. Por outro lado o condicionamento ácido parece degradar o óxido de lantânio, e como a quantidade deste é pequena, não forma irregularidades suficientes para promover retenção mecânica. Para uma boa resistência de união com o In-Ceram Alumina, muito tem se falado na silicatização ou utilização de cimentos com monômeros funcionais como o 4-META ou MDP. De acordo com os poucos estudos existentes na

literatura, o jateamento com óxido de alumínio associados com a utilização de um desses cimentos ou a silicatização e utilização de cimentos resinosos convencionais são os tratamentos de escolha para as cerâmicas resistentes ao condicionamento ácido^{9,11,26,42,51,67}.

Para as falhas de resistência de união do In-Ceram Alumina, observamos 100% do tipo adesiva, fato que poderia ser explicado pela associação de dois fatores: o primeiro seria devido à alta resistência estrutural deste material e o segundo em decorrência da dificuldade de se conseguir microretenções mecânicas por tratamentos superficiais e união química utilizando sistemas adesivos e cimentos resinosos convencionais, como os utilizados neste estudo.

Fato de importância ímpar neste trabalho, foi encontrado nas fotomicrografias do In-Ceram Alumina sem nenhum tratamento superficial (Figuras 40 e 41). Para esta condição, observamos a presença de irregularidades e frestas, que sugerem uma boa microretenção mecânica, diferente do grupo tratado pelo jateamento, que obteve os maiores valores de resistência de união para este material, que se apresentou com superfície sem presença dessas frestas. Esta observação, sugere que o In-Ceram Alumina poderia não ser submetido a nenhum tratamento superficial com o objetivo de se obter microretenções. Esta cerâmica, apresenta-se naturalmente rugosa, fato que seria explicado pela característica do próprio material e pela necessidade da utilização de um

material refratário, que poderia, em decorrência de sua textura superficial, formar microretenções na superfície interna dos copings.

Seguindo sugestão de Borges et al.¹², a microscopia eletrônica dos sistemas cerâmicos com seus respectivos tratamentos superficiais, foi realizada nos copings ou coroa, com o objetivo de mostrar a real topografia superficial da cerâmica. Diferentemente do método de obtenção das pastilhas cerâmicas, utilizadas no teste de resistência de união, utilizou-se troquel refratário nos casos da Duceram Plus e do In-Ceram Alumina, que podem promover irregularidades na cerâmica devido à textura superficial do material refratário.

Wolf et al.⁶⁹ observaram que maior rugosidade superficial provocada pelos tratamentos superficiais não necessariamente implica em aumento da resistência de união. A cerâmica que forma sulcos ou protuberâncias numerosas, pequenas e uniformes, são mais facilmente molhadas pelo adesivo do que aquelas com grandes retenções⁴⁴.

Vários trabalhos demonstram que o silano tem efeito na melhoria da resistência de união dos cimentos resinosos em porcelanas feldspáticas^{1,2,9,14,25,28,35,61} mas não para todas cerâmicas de infra-estrutura⁹. Entretanto, em todos os grupos estudados foi utilizado um silano antes dos procedimentos de cimentação. Por este motivo, nosso estudo foi limitado em descrever a importância da retenção micromecânica e da união química, isoladamente.

O presente estudo respondeu algumas dúvidas referentes aos tratamentos superficiais em cerâmicas, entretanto, em decorrência das inúmeras variáveis existentes e avanços rápidos nos materiais cerâmicos e sistemas adesivos, outros trabalhos são necessários.

Conclusão

7 CONCLUSÃO

À vista dos resultados obtidos, julgamos poder concluir que:

em relação aos tratamentos de superfície para melhorar a resistência de união cerâmica/cimento resinoso, o tratamento associado não ofereceu vantagens em relação ao condicionamento ácido, para os materiais Duceram Plus e IPS Empress II. O tratamento associado não ofereceu vantagens em relação ao jateamento para o material In-Ceram Alumina;

em relação ao desempenho dos materiais cerâmicos: a Duceram Plus e o IPS Empress II apresentaram sempre melhores médias de resistência de união ao cisalhamento que o material In-Ceram Alumina em todas as condições pesquisadas, sendo que, os dois primeiros não mostraram diferenças estatísticas significativas entre si;

as fotomicrografias dos materiais, sob cada uma das condições pesquisadas, mostraram correlação compatível da característica superficial com os valores de resistência de união.

Referências

8 REFERÊNCIAS*

1. AGRA, C.M.; GARÓFALO, J.C.; VIEIRA, G.F. Silano - análise da importância deste material na união química entre porcelana e resina composta. **Âmbito Odontológico**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 326-331, Jan. 1993.
2. AIDA, M.; HAYAKAWA, T.; MIZUKAWA, K. Adhesion of composite to porcelain with various surface conditions. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 73, n. 5, p. 464-470, May 1995.
3. ANDERSSON, M.; ODÉN, A. A new all-ceramic crown: a dense-sintered, high purity alumina coping with porcelain. **Acta Odontol. Scand.**, Oslo, v. 51, n. 1, p. 59-64, Feb. 1993.
4. ANUSAVICE, K.J. **Phillips materiais dentários**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.
5. APHOLT, W.; BINDL, A.; LUTHY, H.; MORMANN W.H. Flexural strength of Cerec 2 machined and jointed In-Ceram Alumina and In-Ceram Zirconio bars. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 17, n. 3, p. 260-267, May 2001.

* ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação - referências - elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 24p.

6. AWLIYA, W.; ODEN, A.; YAMAN, P.; DENNISON, J.B.; RAZZOOG, M.E. Shear bond strength of a resin cement to densely sintered high-purity alumina with various surface conditions. **Acta Odontol. Scand.**, Oslo v. 56, n. 1, p. 9-13, Feb. 1998.
7. BAILEY, L.F.; BENNETTI, R.J. Dicor surface treatments for enhanced bonding. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 67, n. 6, p. 925-931, June 1988.
8. BEGAZO, C.C.; DE BOER, H.D.; KLEVERLAAN, C.J.; VAN WAAS, M.A. J.; FEILZER, A.J. Shear bond strength of different types of luting cements to an aluminum oxide-reinforced glass ceramic core material. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 20, n. 10, p. 901-907, Dec. 2004.
9. BLATZ, M.B.; SADAN, A.; KERN, M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 89, n. 3, p. 268-274, Mar. 2003.
10. BLATZ, M.B.; SADAN, A.; ARCH Jr., G.H.; LANG, B.R. In vitro evaluation of long-term bonding of procera allceram alumina restorations with a modified resin luting agent. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 89, n. 4, p. 381-387, Apr. 2003.

11. BLATZ, M.B.; SADAN, A.; MARTIN, J.; LANG, B. In vitro evaluation of shear bond strengths of resin to densely-sintered high-purity zirconium-oxide ceramic after long-term storage and thermal cycling. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 91, n. 4, p. 356-362, Apr. 2004.
12. BORGES, G.A.; SOPHR, A.M.; GOES, M.F.; CORRER SOBRINHO, L.; CHAN, D.C.N. Effect of etching and airborne particle abrasion on the microstructure of different dental ceramics. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 89, n. 5, p. 479-488, May 2003.
13. BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 34, n. 6, p. 849-853, Dec. 1955.
14. CALAMIA, J.R.; SIMONSEN, R.J. Effect of coupling agents on bond strength of etched porcelain. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 63, sp. iss., p. 179, Mar. 1984. Abstract 79.
15. CALAMIA, J.R.; VAIDYANATHAN, J.; VAIDYANATHAN, T.K.; HIRSCH, S.M. Shear bond strength of etched porcelains. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 64, sp.iss., p. 296, Mar. 1985. Abstract 1096.

16. CANAY, S.; HERSEK, N.; ERTAN, A. Effect of different acid treatments on porcelain surface. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 28, n. 1, p. 95-101, Jan. 2001.
17. ÇEHRELI, M.C.; IPLIKÇIOĞLU, H. Five-year follow-up of In-Ceram laminate restorations: a clinical report. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 84, n. 5, p. 487-489, Nov. 2000.
18. CHANG, J.C.; HART, D.A.; ESTEY, A.W.; CHAN, J.T. Tensile bond strengths of five luting agents to two CAD-CAM restorative materials and enamel. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 90, n. 1, p. 18-23, July 2003.
19. CHEN, J.H.; MATSUMURA, H.; ATSUTA, M. Effect of different etching periods on the bond strength of a composite resin to a machinable porcelain. **J. Dent.**, Guildford, v. 26, n. 1, p. 53-58, Jan. 1998.
20. CHEN, J.H.; MATSUMURA, H.; ATSUTA, M. Effect of etchant, etching period, and silane priming on bond strength to porcelain of composite resin. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 23, n. 5, p. 250-257, Sept. 1998.

21. DELLA BONA, A.; ANUSAVICE, K.J. Microstructure, composition and etching topography of dental ceramics. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v. 15, n. 2, p. 159-167, Jan./Feb. 2002.
22. DELLA BONA, A.; VAN NOORT, R. Ceramic surface preparations for resin bonding. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 11, n. 6, p. 276-280, Dec. 1998.
23. DELLA BONA, A.; ANUSAVICE, K.J.; MECHOLSKY, J.J. Failure analysis of resin composite bonded to ceramic. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 19, n. 8, p. 693-699, Dec. 2003.
24. EDRIS, A.A.; JABR, A.A.; COOLEY, R.L; BARGHI, N. SEM evaluation of etch patterns by three etchants on three porcelains. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 64, n. 6, p. 734-739, Dec. 1990.
25. HAYAKAWA, T.; HORIE, K.; AIDA, M.; KANAYA, H.; KOBAYASHI, T.; MURATA, Y. The influence of surface conditions and silane agents on the bond of resin to dental porcelain. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 8, n. 4, p. 238-240, July 1992.

26. JANDA, R.; ROULET, J.F.; WULF, M.; TILLER, H.J. A new adhesive technology for all-ceramics. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 19, n. 6, p. 567-573, Sept. 2003.
27. JEDYNAKIEWICZ, N.M.; MARTIN, N. The effect of surface coating on the bond strength of machinable ceramics. **Biomaterials**, Guildford, v. 22, n. 7, p. 749-752, Apr. 2001.
28. KAMADA, K.; YOSHIDA, K.; ATSUTA, M. Effect of ceramic surface treatments on the bond of four resin luting agents to a ceramic material. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 79, n. 5, p. 508-512, May 1998.
29. KATO, H.; MATSUMURA, H.; ATSUTA, M. Effect of etching and sandblasting on bond strength to sintered porcelain of unfilled resin. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 27, n. 2, p. 103-110, Feb. 2000.
30. KATO, H.; MATSUMURA, H.; IDE, T.; ATSUTA, M. Improved bonding of adhesive resin to sintered porcelain with the combination of acid etching and a two-liquid silane conditioner. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 28, n. 1, p. 102-108, Jan. 2001.

31. KATO, H.; MATSUMURA, H.; TANAKA, T.; ATSUTA, M. Bond strength and durability of porcelain bonding systems. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 75, n. 2, p. 163-168, Feb. 1996.
32. KELSEY, W.P.; LATTA, M.A.; STANISLAV, C.M.; SHADDY, R.S. Comparison of composite resin-to-porcelain bond strength with three adhesives. **Gen. Dent.**, Chicago, v. 48, n. 4, p. 418-421, July/Aug. 2000.
33. KERN, M.; STRUB, J.R. bonding to alumina ceramic in restorative dentistry: clinical results over up to 5 years. **J. Dent.**, Guildford, v. 26, n. 3, p. 245-249, Mar. 1998.
34. KUSSANO, C.M.; BONFANTE, G.; BATISTA, J.G.; PINTO, J.H.N. Evaluation of shear bond strength of composite to porcelain according to surface treatment. **Braz. Dent. J.**, Ribeirão Preto, v. 14, n. 2, p. 132-135, Oct. 2003.
35. LACY, A.M.; LALUZ, J.; WATANABE, L.G.; DELLINGES, M. Effect of porcelain surface treatment on the bond to composite. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 89, n. 3, p. 288-291, Sept. 1988.

36. LU, Y.C.; TSENG, H.; SHIN, Y.H.; LEE, S.Y. Effects of surface treatment on bond strength of glass-infiltrated ceramic. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 28, n. 9, p. 805-813, Sept. 2001.
37. MARTIGNONI, M; SCHÖNENBERGER, A. **Precisão em prótese fixa: aspectos clínicos e laboratoriais.** São Paulo: Quintessence, 1998.
38. MATSUMURA, H.; KATO, H.; ATSUTA, M. Shear bond strength to feldspathic porcelain of two luting cements in combination with three surface treatments. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 78, n. 5, p. 511-517, Nov. 1997.
39. MCLEAN, J.W.; HUGHES, T.H. The reinforcement of dental porcelain with ceramic oxides. **Br. Dent. J.**, London, v. 119, n. 6, p. 251-267, Sept. 1965.
40. MCLEAN, J.W.; ODONT, D. Evolution of dental ceramics in the twentieth century. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 85, n. 1, p. 61-66, Jan. 2001.
41. NAKABAYASHI N, PASHLEY DH. **Hibridização dos tecidos dentais duros.** São Paulo: Quintessence, 2000.

42. NAKAMURA, S.; YOSHIDA, K.; KAMADA, K.; ATSUTA, M.
Bonding between resin luting cement and glass infiltrated alumina-reinforced ceramics with silane coupling agent. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 31, n. 8, p. 785-789, Aug. 2004.
43. NOGAMI, T.; TANOUE, N.; ATSUTA, M.; MATSUMURA, H.
Effectiveness of two-liquid silane primers on bonding sintered feldspathic porcelain with a dual-cured composite luting agent. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 31, n. 8, p. 770-774, Aug. 2004.
44. OH, W.; SHEN, C.; ALEGRE, B.; ANUSAVICE, K.J. Wetting characteristic of ceramic to water and adhesive resin. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 88, n. 6, p. 616-621, Dec. 2002.
45. ÖZCAN, M.; AKKAYA, A. New approach to bonding all-ceramic adhesive fixed partial dentures: a clinical report. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 88, n. 3, p. 252-254, Sept. 2002.
46. ÖZCAN, M.; VALLITTU, P.K. Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 19, n. 8, p. 725-731, Dec. 2003.

- 47.ÖZCAN, M.; ALKUMRU, H.N.; GEMALMAZ, D. The effect of surface treatment on the shear bond strength of luting cement to a glass-infiltrated alumina ceramic. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v. 14, n. 4, p. 335-338, July/Aug. 2001.
- 48.ÖZDEN, A.N.; AKALTAN, F.; CAN, G. Effect of surface treatment of porcelain on the shear bond strength of applied dual-cured cement. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 72, n. 1, p. 85-88, July 1994.
- 49.PIWOWARCZYK, A.; LAUER, H.C.; SORENSEN, J.A. In vitro shear bond strength of cementing agents to fixed prosthodontic restorative materials. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 92, n. 3, p. 265-273, Sep. 2004.
50. QUALTROUGH, A.J.E.; PIDDOCK, V. Ceramics update. **J. Dent.**, Guildford, v. 25, n. 2, p. 91-95, Feb. 1997.
- 51.ROCHA, S.S.; FONSECA, R.G.; ADABO, G.L.; CRUZ, C.A.S. Cimentação dos novos sistemas cerâmicos reforçados com alumina. **Rev. Odontol. Brasil Central**, Goiânia, v. 11, n. 31, p. 11-15, jun. 2002.

52. ROULET, J.F.; SÖDERHOLM, K.J.M.; LONGMATE, J. Effects of treatment and storage conditions on ceramic/composite bond strength. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 74, n. 1, p. 381-387, Jan. 1995.
53. SARAÇOĞLU, A.; CURA, C.; ÇÖTERT, H.S. Effect of various surface treatment methods on the bond strength of the heat-pressed ceramic samples. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 31, n. 8, p. 790-797, Aug. 2004.
54. SATO, K.; MATSUMURA, H.; ATSUTA, M. Effect of three-liquid bonding agents on bond strength to a machine milled ceramic material. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 26, n. 7, p. 570-574, July 1999.
55. SAYGILI, G.; SAHMALI, S. Effect of ceramic surface treatment on the shear bond strengths of two resin luting agents to all-ceramic materials. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 30, n. 7, p. 758-764, July 2003.
56. SENDA, A.; SUZUKY, M.; JORDAN, R.E. The effect of fluorides and hydrofluoric acids on porcelain surfaces. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 68, sp. iss., p. 236, Mar. 1989. Abstract 436.

57. SHAHVERDI, S.; CANAY, S.; SAHIN, E.; BILGE, A. Effects of different surface treatment methods on the bond strength of composite resin to porcelain. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 25, n. 9, p. 699-705, Sept. 1998.
58. SHIMADA, Y.; YAMAGUCHI, S.; TAGAMI, J. Micro-shear bond strength of dual-cured resin cement to glass ceramics. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 18, n. 5, p. 380-388, July 2002.
59. SIMONSEN, R.J.; CALAMIA, J.R. Tensile bond strength of etched porcelain. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 62, sp. iss., p. 297, Mar. 1983. Abstract 1154.
60. SORENSEN, J.A.; ENGELMAN, M.J.; TORRES, T.J.; AVERA, S.P. Shear bond strength of composite resin to porcelain. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v. 4, n. 1, p. 17-23, Jan./Feb. 1991.
61. STANGEL, L; NATHANSON, D.; HSU, C.S. Shear strength of composite bond to etched porcelain. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 66, n. 9, p. 1460-1465, Sept. 1987.

62. STWART, G.P.; JAIN, P.; HODGES, J. Shear bond strength of resin cements to both ceramic and dentin. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 88, n. 3, p. 277-284, Sept. 2002.
63. SULIMAN, A.A.; SWIFT Jr, E.J.; PERDIGÃO, J. Effects of surface treatments and bonding agents on bond strength of composite resin to porcelain. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 70, n. 2, p. 118-120, Aug. 1993.
64. THURMOND, J.W.; BARKMEIER, W.W.; WILWERDING, T.M. Effect of porcelain surface treatments on bond strengths of composite resin bonded to porcelain. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 72, n. 4, p. 355-359, Oct. 1994.
65. TINSCHERT, J.; ZWEZ, D.; MARX, R.; ANUSAVICE, K.J. Structural reliability of alumina, feldspar, leucite, mica and zirconia-based ceramics. **J. Dent.**, Guildford, v. 28, n. 7, p. 529-535, Sept. 2000.
66. VALANDRO, L.F.; BOTTINO, M.C.; DELLA BONA, A.; BRESSIANE, A.H.A.; BRESSIANI, J.C.; BOTTINO, M.A. Estudo da resistência adesiva entre um cimento resinoso e três sistemas cerâmicos odontológicos: efeito do tratamento da superfície

cerâmica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 48., 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba; 2004. Resumo 16-15.

67. VARJÃO, F.M.; SCHALCH, M.V.; FONSECA, R.G.; ADABO, G.L. Tratamento de superfície de restaurações estéticas indiretas para cimentação adesiva. **RGO**, Porto Alegre, v. 52, n. 3, p. 145-149, jul./set. 2004.
68. WAGNER, W.C.; CHU, T.M. Biaxial flexural strength and indentation fracture toughness of three new dental core ceramics. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 76, n. 2, p. 140-144, Aug. 1996.
69. WOLF, D.W.; POWERS, J.M.; O'KEEFE, K.L. Bond strength of composite to etched and sandblasted porcelain. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 6, n. 3, p. 155-158, Jun. 1993.
70. WOOD, D.J.; BUBB, N.L.; MILLAR, B.J.; DUNNE, S.M. Preliminary investigation of a novel restorative system for hydrofluoric acid etch-resistant dental ceramics. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 78, n. 3, p. 275-280, Sept. 1997.

Apêndice

APÊNDICE

Tabela A1. Análise de Variância

FONTE	gl	S.Q	Q.M	RQM	P
M1T1	5	7,48	1,49	1,76	0,1394
M1T2	5	1,16	0,23	0,27	0,9243
M1T3	5	5,49	1,09	1,29	0,2830
M2T1	5	2,45	0,49	0,57	0,7152
M2T2	5	3,01	0,60	0,71	0,6180
M2T3	5	5,98	1,19	1,41	0,2384
M3T1	5	10,25	2,05	2,41	$5,029 \times 10^{-2}$
M3T2	5	1,01	0,20	0,23	0,9433
M3T3	5	1,29	0,25	0,30	0,9069

Resumo

RIBEIRO, J.G.R. **Avaliação de tratamentos de superfície em diferentes sistemas cerâmicos e seu efeito na resistência de união a um cimento resinoso.** 2005. 168 f. Dissertação (Mestrado em Reabilitação Oral - Prótese) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2005.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de três tratamentos superficiais na resistência de união de um cimento resinoso a três cerâmicas dentais: Duceram Plus (DP), IPS Empress II (IPS) e In-Ceram Alumina (INC), e analisar a topografia superficial dessas cerâmicas submetidas aos mesmos tratamentos superficiais. Para o teste de resistência de união foram confeccionadas 18 amostras de cada material (7,5mm de diâmetro x 3,0mm de espessura), incluídas em resina acrílica e polidas até lixa nº 600. As amostras foram divididas em três grupos: a) jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50 µm; b) condicionamento com ácido fluorídrico 10%; c) associação de “a” e “b”. As amostras foram lavadas e secas. A área de adesão da cerâmica foi delimitada com matriz metálica perfurada (5,0mm de diâmetro e 3,0mm de espessura). Foi aplicado silano, adesivo e cimento resinoso Variolink II, fotoativado por 40 segundos. As amostras receberam 1000 ciclos térmicos de 5 a 55°C. O ensaio de cisalhamento foi realizado em máquina de ensaios MTS 810, com célula de carga de 10 kN e velocidade de 0,5 mm/min. Para a topografia superficial foram confeccionados um coping de IPS, um do INC e uma coroa de DP, seguindo as recomendações dos fabricantes. Cada coping ou coroa foi cortado com disco diamantado em quatro partes: uma delas não recebeu nenhum tratamento, e as demais receberam um dos tratamentos acima descritos. Fotomicrografias foram obtidas por meio de

microscopia eletrônica de varredura e a análise foi feita de acordo com a característica da superfície. Pode-se concluir que: o tratamento associado não ofereceu vantagens em relação ao condicionamento ácido, para os materiais DP e IPS; para o INC o tratamento associado não ofereceu vantagens em relação ao jateamento. A DP e o IPS apresentaram resultados melhores em relação ao INC, independentemente dos tratamentos superficiais. As fotomicrografias mostraram correlação compatível da característica superficial com os valores de resistência de união.

Palavras-chave: cerâmica; prótese parcial fixa; materiais dentários; resistência ao cisalhamento.

Abstract

RIBEIRO, J.G.R. **Assessment of ceramic surface treatment and its effect on the shear bond strengths to a resin luting cement.** 2005. 168 f. Dissertação (Mestrado em Reabilitação Oral - Prótese) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2005.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of three surface treatments on the shear bond strength of a resin luting cement to three ceramics materials: Duceram Plus (DP), IPS Empress II (IPS) and In-Ceram Alumina (INC), and to assess its surface topography after these treatments. Eighteen specims were fabricated to each material (7,5 mm in diameter x 3,0 mm in thickness), embebed in acrylic resin and ground up to 600 grit. The specims were randomly divided into 3 groups of 6 specims: (a) airborne particle abrasion with 50 µm aluminum oxide; (b) 10% hydrofluoric acid etching; (c) "a" and "b" treatments. The specims were cleaned and dried. Silane, adhesive and resin luting cement Variolink were applied in 5,0 mm in diameter and 3,0 mm height to ceramic surface and then light cured. All specims were termocycled (1000, 5-55°C). The shear bond strength was then measured in a testing machine MTS 810, at a crosshead speed of 0,5 mm/min. To asses the surface topography, one coping each of IPS and INC, and a DP crown were fabricated following the manufacturer's instructions. Each coping or crown was sectioned into 4 equal parts by a diamond disk. One part didn't receive any treatment, and the others, received treatments as above described. Photomicrographs were obtained by a SEM, and the superficial characteristic was described. In conclusion, the associate treatment didn't offer advantages in relation to the acid etching, for DP and IPS; for INC the associate treatment didn't offer advantages in relation to the airborne. DP and IPS presented the best results, independently of the superficial treatments. The

photomicrographs showed compatible correlation of the superficial characteristic with the bond strength values.

Key words: ceramic; denture, partial, fixed; dental materials; shear bond strength.