

Grace Mendonça Dias de Souza
CIRURGIÃ—DENTISTA

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO
ENTRE UMA CERÂMICA DE ALTO CONTEÚDO
CRISTALINO – ZIRCÔNIA – E DOIS
CIMENTOS RESINOSOS, APÓS DIFERENTES
TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE**

Tese apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, da
Universidade Estadual de
Campinas, para a obtenção do
título de Doutor em Clínica
Odontológica – Área de Dentística

PIRACICABA
2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

NEW YORK UNIVERSITY
COLLEGE OF DENTISTRY

Grace Mendonça Dias de Souza
CIRURGIÃ—DENTISTA

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO
ENTRE UMA CERÂMICA DE ALTO CONTEÚDO
CRISTALINO – ZIRCÔNIA – E DOIS
CIMENTOS RESINOSOS, APÓS DIFERENTES
TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do título de Doutor em Clínica Odontológica – Área de Dentística

Orientador:

Prof. Dr. Luís Alexandre Maffei Sartini Paulillo

Co-Orientador:

Prof. Dr. Mário Fernando de Goes

Orientador Estrangeiro:

Prof. Dr. Van P. Thompson

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Van P. Thompson

Prof. Dr. Roberto Ruggiero Braga

Prof. Dr. José Roberto Lovadino

Prof. Dr. Marcelo Giannini

Prof. Dr. Luís Alexandre Maffei Sartini Paulillo

PIRACICABA
2006

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
Bibliotecário: Marilene Girello – CRB-8^a. / 6159

	<p>Souza, Grace Mendonça Dias de.</p> <p>So89a Avaliação da resistência de união entre uma cerâmica de alto conteúdo cristalino – zircônia – e dois cimentos resinosos, após diferentes tratamentos de superfície. / Grace Mendonça Dias de Souza. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2006.</p> <p>Orientadores: Luís Alexandre Maffei Sartini Paulillo, Mário Fernando de Goes, Van P. Thompson.</p> <p>Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.</p> <p>1. Dentística. 2. Monômeros. I. Paulillo, Luís Alexandre Maffei Sartini. II. Goes, Mário Fernando de. III. Thompson, Van P. IV. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. V. Título. (mg/fop)</p>
--	--

Título em inglês: Evaluation of the bond strength between a high-crystalline content ceramic – zirconia – and two luting systems, after different surface treatments

Palavras-chave em inglês (*Keywords*): 1. Dentistry. 2. Monomer

Área de concentração: Dentística

Titulação: Doutor em Clínica Odontológica

Banca examinadora: Van P. Thompson, Roberto Ruggiero Braga, Luis Roberto Marcondes Martins, Marcelo Giannini, Luís Alexandre Maffei Sartini Paulillo

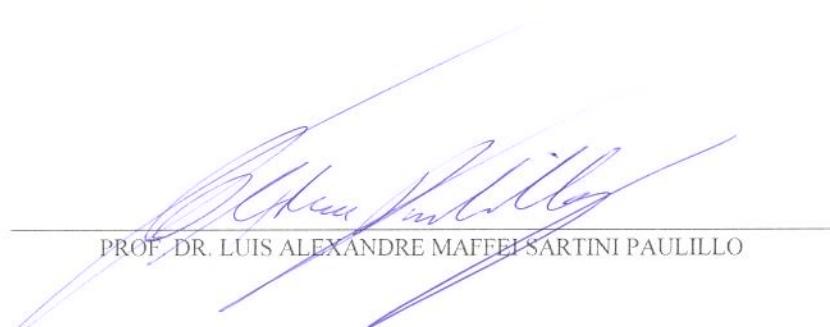
Data da defesa: 27/01/2006



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de DOUTORADO, em sessão pública realizada em 27 de Janeiro de 2006, considerou a candidata GRACE MENDONÇA DIAS DE SOUZA aprovada.


PROF. DR. LUIS ALEXANDRE MAFFEI SARTINI PAULILLO


PROF. DR. ROBERTO RUGGIERO BRAGA


PROF. DR. VAN P. THOMPSON


PROF. DR. MARCELO GIANNINI


PROF. DR. LUIS ROBERTO MARCONDES MARTINS

2006-01-27

DEDICATÓRIA

A DEUS...

Pela minha existência, bem como a daqueles sem os quais eu
não poderia me sentir feliz e completa.

“Eu não conheço Deus, mas Ele me conhece: é nisso que consiste a esperança.”

Raul Follereau

À MINHA FAMÍLIA...

**MÃE, SHELDON, JUCIMARA, DAWIS E GABRIEL... (E AGORA,
DAVI!)**

Que têm vibrado com as mais simples das minhas vitórias,
Que colocando em risco sua tranquilidade e
deixando de lado a saudade,
Me apoiaram na realização de um sonho...
sem pedir maiores explicações!
Foi maravilhoso estar lá sentindo que tinha para
ONDE e para QUEM voltar...
Não precisei ir tão longe pra descobrir que os amo...
Mas a distância aumentou a certeza de que não posso ser feliz
longe de vocês!

“Precisamos de muito pouca coisa. Só uns dos outros.”

Carlito Maia

AGRADECIMENTOS

AOS MEUS ORIENTADORES,

PROF. DR. LUÍS ALEXANDRE M. S. PAULILLO

PROF. DR. MÁRIO FERNANDO DE GOES

PROF. DR. VAN THOMPSON...

Que apostaram em mim, confiaram no meu trabalho e me ofereceram a oportunidade que, de agora em diante, norteará meus caminhos profissionais. Que os frutos desse período possam ser colhidos por todos nós!

Muito obrigada!

“O professor mediocre descreve, o professor bom explica, o professor ótimo demonstra e o professor forte de série inspira.”

William Arthur Ward

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, na pessoa do seu diretor, **Prof. Dr. Thales Rocha de Matos Filho**, e do **Prof. Dr. Mário Fernando de Goes**, diretor associado.

Aos coordenadores da Pós-Graduação e do curso de Pós-Graduação em Clínica Odontológica desta Instituição, **Prof. Dr. Pedro Rosalen** e **Prof. Dr. Roger W. F. Moreira**, respectivamente.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos para o Programa de Doutorado com Estágio no Exterior, que possibilitou a realização não só deste trabalho de pesquisa, mas de um sonho.

Ao meu orientador estrangeiro **Van P. Thompson**, que abriu as portas de seu Departamento para cooperar com meu crescimento. Por me fazer entender que trabalho com prazer não é trabalho. E à sua esposa **Elizabeth Dianne Rekow**, um exemplo de mulher e profissional que

pretendo sempre seguir. Seus conselhos sábios ainda ecoam na minha memória.

Aos professores da Área de Dentística – **Prof. Dr. Luis Roberto Marcondes Martins, Prof. Dr. José Roberto Lovadino, Prof. Dr. Marcelo Giannini, Prof. Dr. Luiz André Freire Pimenta e Profa. Dra. Gisele Maria Marchi Baron** – pelos conhecimentos transmitidos durante os cursos de graduação, mestrado e/ou doutorado.

Aos professores **Engºs. Hélio Ricardo de Oliveira e Nelson Fumio Teramoto** que, muito antes de eu me interessar pela carreira acadêmica, confiaram em mim e no meu trabalho, muitas vezes mais do que eu mesma.

Ao meu avô **Geraldo Mendonça**, que plantou a semente da cultura em nossa família. E a meus tios **Carmen, Adalberto e Marisa**, que se fizeram presente durante o período de estágio com cartas e cartões tão doces.

À **Dona Joaquina**, minha sogra de coração, minha amiga, pela maneira sincera com que me dedica seu carinho e por estar sempre presente.

À **Dona Mazé, Maria José da Silva Moreti**, pelo apoio fundamental no meu momento de “arrumar as malas”.

Às minhas “*roommates*” e “*best friends*” **Euda e Patricia**, que me acolheram, me adotaram e me deram suporte nos momentos mais complicados da estadia no exterior.

Aos grandes amigos que, por um ano, foram minha família, **Nelson Renato F. A. da Silva e Renata Alves Dias**, que fizeram mais alegres as horas de trabalho e também as de lazer lá tão longe. Aos outros “amigos americanos” **Bernarda (Coca), Edward e Fernando**, que me acolheram desde o primento instante e ficarão para sempre em minha lembrança como exemplo de bondade e pureza de sentimentos.

Aos meus amigos de infância, da adolescência e dos dias de hoje **Anderson Quinane, Denise Motta Pereira Quinane, Francisco Rodolfo Castrezana Sanches, Jucimara Silva Dias de Souza, Maria Eliza Motta Vieira Ventura, Marta Viviene Vieira, Patrícia da Silva Elizeu e Rosélia B. Araújo**. Me faltam palavras pra explicar o valor da amizade de vocês.

Aos amigos da graduação **Liza Miki Saito, Anuradha Prakki, Eduardo B. Lopes, Glauce C. F. Pachane** pela sólida amizade que se formou entre nós desde então.

Aos amigos do curso de pós-graduação **Bruno C. Vasconcelos Gurgel, Renato de Vasconcelos Alves, Fábio H. O. Mitsui e Carol Enhardt**, companheiros de todos os momentos. Às novas amigas, **Marcella e Safira**, que me ajudaram na fase de readaptação em Piracicaba com conversas leves e alegres.

Aos amigos **Luciana Machion e André Reis**, pelas longas conversas telefônicas nos nossos momentos “americanos” de solidão.

À amiga **Mirela Sanae Shinohara, Mi** para alguns, **Dr. Shinohara** para outros. Obrigada por tudo! Todas as nossas conversas me fazem crer que estamos no caminho certo, e que sempre valerá a pena apostar nisso.

Ao professor da Hokkaido University, **Masaru Yamase**, pela presença todas as sextas-feiras (ininterruptamente!), colaborando e alegrando as horas de trabalho no laboratório. Este trabalho é um pouco seu.

Ao professor **Nobuo Nakabayashi**, por suas singulares explanações durante a estada na Universidade de Nova York, e também pelo exemplo de humildade que deveria ser seguido por muitos.

A todos os amigos e colaboradores da Universidade de Nova York, **Mazly Harsono, Dindo Mijares, Samar Tannous, Christian Stappert, Mitchell Pines, John Ricci, John e Rachel LeGeros, Terezita Salgado, Dong Won Park, Young-Day Song, Bangcoc Kim, Yu Zhang, Tim Bromage e Ethel**. Com vocês eu aprendi muito, muito mais do que eu fui buscar, aprendi acima de tudo a respeito de humanidade.

À ex-telefonista e grande amiga **Maria Aparecida Pianelli Balbino, Dona Cida**, que cuida mim e sempre se fez presente, inclusive quando eu estava fora.

Às secretárias do Departamento de Biomateriais e Biomimética, **Rana C. Fitzgerald e Elizabeth Clark**, sempre solícitas e colaboradoras, tornando-se também grandes amigas com o passar do tempo.

Aos funcionários da Área de Dentística, **Pedro Justino e Fernanda**, obrigada pela ajuda e alegria de vocês durante os meus 5 anos de pós-graduação.

Aos funcionários da Área de Materiais Dentários, **Marcos Blanco Cangiani e Selma Aparecida Barbosa Segalla**, por todo o apoio durante a finalização da fase experimental, e pela maneira doce e atenciosa com que sempre me trataram.

“Que a estrada se abra à sua frente, que o vento sopre levemente às suas costas, que o sol brilhe morno e suave em sua face, que a chuva caia de mansinho em seus campos... E até que nos encontremos de novo, que Deus lhe guarde na palma de Suas mãos.”

Prece Irlandesa

**“SÓ VIVER É INSUFICIENTE, DISSE A BORBOLETA.
PRECISAMOS DE SOL, LIBERDADE E UMA PEQUENA
FLOR.”**

Christian Andersen

SUMÁRIO

	PÁG.
RESUMO	1
ABSTRACT	3
1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO DA LITERATURA	9
3. PROPOSIÇÃO	23
4. MATERIAIS E MÉTODO	25
5. RESULTADOS	41
6. DISCUSSÃO	57
7. CONCLUSÕES	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
ANEXOS	71

RESUMO

A dificuldade em se obter valores de união elevados e duradouros entre cimento resinoso e cerâmicas de alto conteúdo cristalino tem limitado o emprego destes materiais. Desta maneira, o objetivo deste estudo foi avaliar a resistência de união entre dois cimentos resinosos e uma cerâmica à base de dióxido de zircônio após diferentes tratamentos superficiais da cerâmica. Trinta e seis amostras semi-circulares em cerâmica e compósito foram polidas até a granulação 600 μ m. Antes da cimentação as amostras de cerâmica (n=3) foram tratadas com duas soluções básicas: hidróxido de sódio (Na) ou hidróxido de tetrabutilâmônio (Ta); e um *primer* para metal (Ap), e o *primer* foi associado ou não às soluções. Amostras sem tratamento foram utilizadas como controle. A cimentação foi realizada empregando-se dois cimentos contendo monômeros fosfato – RelyX Unicem (RU) e Panavia 21 (Pa) – sob aplicação de carga de 600g. Depois de 24 horas, as amostras foram seccionadas em dois eixos a fim de se obter 40 palitos por amostra aproximadamente, com uma interface adesiva de cerca de 0,8mm², que foram armazenados em água destilada, a 37°C, e testadas em dois tempos: após 72 horas (TI) ou após 60 dias+termociclagem (5-55°C/5000 ciclos) (TF). O teste de resistência de união foi realizado à velocidade de 1mm/min em máquina universal de ensaios. Os valores em Megapascal foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e ao Teste de Variação Múltipla de Tukey ($p>0,05$). Os resultados apresentados foram: TI – ApRU-28,53^a, NaApRU-23,31^{ab}, NaApPa-22,15^{ab}, TaApPa-19,98^b, TaPa-19,98^b, NaPa-19,96^b, ApPa-19,92^b, TaRU-18,16^b, TaApRU-17,53^b, Pa-17,16^{bc}, RU-10,79^c, NaRU-10,49^c; TF – ApRU-31,69^A, NaApPa-19,17^B, NaApRU-17,91^{BC}, TaApPa-16,00^{BCD}, TaPa-7,76^{CDE}, ApPa-6,94^{CDE}, NaPa-5,61^{DE}, TaApRU-3,94^E, TaRU-3,61^E, RU-2,85^E, Pa-1,88^E, NaRU-0,27^E. Através dos resultados obtidos, foi possível concluir que o maior valor de resistência de união no tempo inicial foi apresentado pela associação *primer* para metal e RelyX Unicem, mantendo médias com valores semelhantes após o envelhecimento. Para o cimento Panavia, não houve diferença estatística entre todos os tipos de tratamento no tempo inicial.

Após o envelhecimento, a associação de *primer* para metal e solução básica resultou nos maiores valores de resistência de união para o cimento Panavia.

ABSTRACT

The difficulty to obtain high and durable bond strength values between high crystalline content ceramics and resin luting system has reduced the employment of those materials. The purpose of this study was to evaluate the bond strength between two luting systems and zirconium dioxide ceramic after different ceramic's surface treatment. Thirty-six half-circled shaped composite and zirconia samples were roughened up to 600 grit carbide silicon paper. Before the luting steps, samples ($n=3$) were treated either with basic solutions: sodium hydroxide (Na) or tetrabutylammonium hydroxide (Ta); or with a metal primer (Ap) and the primer was also combined with the basic solutions. Samples with no treatment were considered as control. The cementation was done employing two phosphate monomer containing systems – RelyX Unicem (RU) and Panavia 21 (Pa) – under 600g loading. After 24 hours, samples were cut in two axis in order to obtain 40 beams per sample approximately, with an adhesive interface about 0.8mm^2 , and were placed in deionized water at 37°C , being tested in two different times: 72 hours (TI) or after 60 days+thermocycling ($5\text{--}55^\circ\text{C}/5000$ cycles) (TF). Bond strength test was conducted at 1mm/min crosshead speed in an universal testing machine. The values in MPa were analyzed through Analysis of Variance (ANOVA) and LSMeans Test ($p>0.05$). The results presented were: **TI** – ApRU-28.53^a, NaApRU-23.31^{ab}, NaApPa-22.15^{ab}, TaApPa-19.98^b, TaPa-19.98^b, NaPa-19.96^b, ApPa-19.92^b, TaRU-18.16^b, TaApRU-17.53^b, Pa-17.16^{bc}, RU-10.79^c, NaRU-10.49^c; **TF** – ApRU-31.69^A, NaApPa-19.17^B, NaApRU-17.91^{BC}, TaApPa-16.00^{BCD}, TaPa-7.76^{CDE}, ApPa-6.94^{CDE}, NaPa-5.61^{DE}, TaApRU-3.94^E, TaRU-3.61^E, RU-2.85^E, Pa-1.88^E, NaRU-0.27^E. Based on the results obtained, it was possible to conclude that the combination primer and RelyX Unicem presented the highest values, which were maintained after aging. For Panavia system, there was not significant statistical difference among all the treatments employed at the initial time. After aging, the association metal primer and basic solution produced the highest bond strength values for Panavia system.

1. INTRODUÇÃO

Cerâmicas odontológicas são materiais com elevado potencial estético devido à possibilidade de mimetizar as cores da estrutura dental. Entretanto, características como a friabilidade, próprias do vidro cerâmico, resultaram em baixa resistência à tração quando esse material foi colocado em função na cavidade bucal (Jones, 1985). Em 1965, McLean & Hughes desenvolveram a primeira cerâmica reforçada, modificando a fase cristalina com a adição de cristais de alumínio, para atuar como material para infra-estrutura – *coping*. Este *coping* contendo alumínio apresentava módulo de elasticidade 50% mais alto que as porcelanas convencionais. Desde então, as cerâmicas odontológicas foram desenvolvidas de maneira a se melhorar características clínicas tais como efeitos ópticos – opalescência, fluorescência, cor e opacidade – e propriedades mecânicas, como resistência à fratura.

Com a introdução da técnica do condicionamento ácido do esmalte por Buonocore (1955) e o desenvolvimento dos sistemas resinosos para fixação a partir da resina composta de Bowen (1963), pode-se obter um processo de cimentação mais confiável para restaurações indiretas, melhorando os resultados clínicos apresentados por restaurações em cerâmica tanto na região anterior como na posterior. Em decorrência do desenvolvimento das técnicas de cimentação, os procedimentos para a adesão entre cerâmicas à base de feldspato, leucita e dissilicato de lítio e cimento resinoso estão bem estabelecidos e incluem condicionamento com ácido fluorídrico ou jateamento com óxido de alumínio e aplicação de agente silano.

Os componentes da porcelana quando sinterizados resultam em duas fases basicamente, vidro e fase cristalina (Craig, 1999). O condicionamento com ácido dissolve seletivamente a fase vítreia produzindo uma superfície retentiva para união micromecânica (Della Bona *et al.*, 2004) (Jardel *et al.*, 1999). O jateamento, por outro lado, cria uma superfície irregular que favorece a união micromecânica entre cerâmica e sistema de fixação (Oh & Shen, 2003).

O agente silano é uma molécula bifuncional que liga o dióxido de silício aos grupos hidroxila da superfície da cerâmica à base de sílica, e também apresenta um grupo degradável funcional que copolimeriza com a matriz orgânica do cimento resinoso (Soderhölm & Shang, 1993). Sua aplicação, portanto, faz com que ocorra uma união química entre cerâmica e sistema de fixação (Soderhölm & Shang, 1993).

Apesar do domínio da técnica de cimentação para cerâmicas à base de sílica, novos materiais que envolvem o emprego de alumina (Al_2O_3) (Andersson & Oden, 1993) ou zircônia (ZrO_2) (Piconi & Maccauro, 1999) foram desenvolvidos e apresentam alta concentração de conteúdo cristalino e elevadas propriedades mecânicas. As cerâmicas à base de zircônia possuem elevada resistência, assim como rigidez moderadamente superior às cerâmicas à base de alumina (Piconi & Maccauro, 1999). Entre estas, Y-TZP é uma zircônia de estrutura policristalina tetragonal estabilizada por Ytrio que também apresenta melhores propriedades de resistência à fadiga sob ensaio de carregamento cíclico, devido ao menor tamanho dos cristais (Zhang *et al.*, 2004 – a). As cerâmicas de elevado conteúdo cristalino possuem propriedades mecânicas tão superiores às cerâmicas convencionais que podem ser empregadas como material para a confecção de infra-estruturas, fazendo com que as restaurações em cerâmica pura, isto é, livres de metal, sejam empregadas com maior possibilidade de sucesso (Tinschert *et al.* 2000).

Entretanto, o aumento do conteúdo cristalino resultou na redução ou eliminação da fase vítreia, o que modificou as características da adesão entre cerâmica e cimento resinoso. Considerando que o condicionamento com ácido fluorídrico dissolve a fase vítreia da cerâmica, quando esta fase é reduzida, a cerâmica se torna ácido-resistente, ou seja, nenhum tipo de ácido produz retenção micromecânica suficiente para o procedimento de união (Derand & Derand, 2000) (Özcan & Vallittu, 2003). Por outro lado, o jateamento com óxido de alumínio introduz microtrincas que reduzem a longevidade das restaurações confeccionadas em zircônia em cerca de 20 a 30% (Zhang *et al.*, 2004 – b). Por estas razões, Blatz *et al.* (2003) sugeriram que materiais cerâmicos de alta resistência como dióxido

de zircônio “requerem técnicas adesivas alternativas para a obtenção de uma união forte e duradoura ao material resinoso”.

Entre as alternativas possíveis para se criar uma interação química entre zircônia e agente cimentante está o emprego de cimentos contendo o monômero ácido funcional 10-Metacriloxidecil dihidrogênio fosfato (MDP). O monômero éster fosfato do MDP se une diretamente a óxidos metálicos como cromo, alumínio, titânio e zircônio. Agentes de união contendo o monômero MDP também podem se unir quimicamente a óxidos metálicos, ou seja, a aplicação prévia de um *primer* contendo MDP faz com que o emprego de um cimento contendo o mesmo monômero não seja necessário (Yoshida *et al.*, 2004). Considerando que uma cerâmica à base de dióxido de zircônio é basicamente zircônio e uma camada de óxidos, a aplicação de materiais contendo MDP poderia aumentar a resistência de união àquele substrato.

Considerando que óxidos apresentam uma característica básica, ou seja, possuem elevado potencial hidrogeniônico (pH), estes poderiam reagir melhor com soluções acídicas após a aplicação de soluções básicas fortes na superfície, o que aumentaria a basicidade da superfície dos óxidos. Castro *et al.* (2004) afirmaram que a superfície de óxidos como dióxido de estanho ou trióxido de alumínio interage com íons hidrogênio presentes em soluções ácidas devido à característica básica dos óxidos. A intensidade desta interação depende do caráter ácido-básico de cada superfície, o que é determinado pelo tipo de óxido. Sabe-se que a influência do caráter ácido-básico de óxidos de zircônio na absorção de monômeros ainda não foi avaliada. Teoricamente a aplicação de uma solução básica, previamente ao procedimento de cimentação, potencializaria a absorção do monômero fosfato presente no sistema de fixação resultando em elevados valores de resistência de união.

Tendo em vista que as técnicas de cimentação para as cerâmicas com elevado conteúdo cristalino ainda não estão bem estabelecidas, é importante avaliar a resistência de união entre dióxido de zircônio e agente cimentante depois do tratamento da superfície da cerâmica com solução de elevado pH, assim como a interação do

tratamento superficial com *primer* contendo MDP como monômero funcional.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Na busca de um substrato dental modificado que possibilitasse a obtenção de melhor união entre materiais resinosos e estrutura dental, Buonocore, em 1955, propôs o tratamento químico da superfície dental por ácidos. Seu estudo demonstrou que a adesão de resinas acrílicas à superfície do esmalte pode ser significativamente melhorada após a aplicação de solução de ácido ortofosfórico (85%), durante 30 segundos. O ácido atuava modificando a energia superficial do substrato dental por meio da criação de irregularidades seletivas, as quais facilitavam a penetração de monômeros resinosos. Assim, permitia-se um embricamento micromecânico do adesivo nas microporosidades criadas pelo condicionamento ácido.

A necessidade de um material estético e permanente que pudesse ser colocado diretamente no interior de cavidades preparadas em dentes anteriores fez com que Bowen, em 1963, desenvolvesse um composto que se aproximasse destas características. Para tanto, o autor adicionou partículas de sílica tratadas com vinilsiloxano a uma solução de monômero desenvolvido por ele e denominado "BIS-GMA". A proporção foi de cerca de 70% de pó para 30% de líquido em peso (55% de pó em volume). Como controle, monômero com partículas de carga sem tratamento, sem partículas de carga e cimento de silicato foram empregados. As propriedades avaliadas foram: tempo de presa, contração volumétrica, solubilidade, absorção de água, coeficiente de expansão térmica, estabilidade de cor, opacidade, resistência à tração e compressão, módulo de elasticidade e toxicidade. O monômero reforçado por partículas de sílica tratadas apresentou propriedades superiores aos demais grupos em todas as análises, com propriedades mecânicas algumas vezes similares às da estrutura dental.

Procurando uma técnica alternativa ao emprego de ouro como base para restaurações em cerâmica, devido à insatisfação com a estética demonstrada por alguns pacientes, McLean & Hughes, em 1965, propuseram o reforço da porcelana para que esta pudesse ser empregada como infra-estrutura. Para este reforço, os autores optaram por óxido de

alumínio, devido a vantagens como temperatura de fusão, resistência a choques térmicos, resistência mecânica no estado de fusão, capacidade de adesão à porcelana dental e características estéticas. Três materiais (Porcelana, Porcelana reforçada com 40% de cristais de alumina, e Vidro) com e sem *glaze*, e duas velocidades de resfriamento (Rápido e Lento) foram avaliados em relação à resistência à fratura, em barras e discos. Discos também foram avaliados em relação à máxima tensão suportada, em dispositivo específico para o teste. Também foi realizado teste de absorção de água. Os resultados evidenciaram que a resistência à fratura para a porcelana reforçada foi quase duas vezes maior que para a porcelana convencional. A máxima tensão suportada pela porcelana reforçada foi de 5:1 em relação à porcelana convencional. A porcelana reforçada também não dependia da presença do *glaze* para redução da propagação de trincas. Os autores observaram que estética e função podiam ser combinadas com o reforço da porcelana por cristais de alumina.

Em 1985, Jones fez uma revisão de literatura com o objetivo de esclarecer a maneira como as cerâmicas se desenvolveram na odontologia, a partir do seu emprego na indústria. O autor afirmou que, provavelmente, a cerâmica foi o primeiro material feito artificialmente por humanos, e também um dos primeiros a ser estudado por cientistas em laboratório. Entre as limitações clínicas apresentadas por restaurações em cerâmica estavam a friabilidade característica dos vidros. A fusão da porcelana a ligas áuricas permitiu a associação da estética da porcelana com a ductilidade e a resistência do ouro. Entretanto, o autor concluiu que somente a partir do reforço das porcelanas pela adição de cristais de alumínio teve início um novo estágio de desenvolvimento das restaurações em cerâmica.

Söderholm & Shang, em 1993, avaliaram a união entre metacriloxipropiltrimetoxisilano (MPS) e partículas de sílica. Os autores empregaram partículas de sílica pirogênica coloidal, que foram tratadas com soluções de tolueno e MPS em seis diferentes concentrações do silano por mililitro de solução (mL MPS/mL tolueno): 0,5000, 0,2500, 0,1250,

0,0625, 0,03125, 0,015625 e 0,007813. A absorção do silano pelas partículas de carga foi investigada através de Espectroscopia Infra-Vermelha de Fourier. Os resultados evidenciaram que a molécula de MPS tende a se orientar paralelamente à partícula de sílica, ocupando maior área de superfície. Uma reação de condensação ocorre entre os grupos silanol da superfície de sílica e do silano hidrolizado. Adicionalmente, o grupo carbonil da molécula de MPS forma pontes de hidrogênio com os grupos hidroxila presentes na superfície de sílica. Os autores concluíram que a concentração de silano necessária para o tratamento da sílica depende do número de hidroxilas disponível na superfície da partícula de carga.

Também em 1993, Andersson & Odén, considerando que os profissionais de odontologia necessitavam de um material para restaurações indiretas em cerâmica pura para molares e pré-molares, descreveram uma técnica através da qual alumina sinterizada de alta pureza poderia ser empregada como *coping* em coroas em cerâmica pura. Devido à elevada contração de sinterização do pó de alumina, modelos superdimensionados em relação ao preparo *in vivo* eram confeccionados. Os autores avaliaram ainda o tamanho dos grãos obtidos, a densidade, a interação entre as fases da porcelana feldspática (de cobertura) e o *coping*, e a resistência à flexão de barras de alumina pura. A densidade da alumina, assim como o tamanho dos grãos e a resistência à flexão, estavam dentro dos valores preconizados pelas normas ISO. Não havia poros entre a porcelana feldspática e o *coping*. Os autores concluíram, baseados nas propriedades observadas, que a alumina poderia ser favoravelmente empregada para a confecção de núcleos de coroas em cerâmica pura.

Em 1998, Kern & Wegner avaliaram o efeito de diferentes métodos de tratamento de superfície sobre a resistência ao cisalhamento entre zircônia e compósito. Todas as amostras foram jateadas com óxido de alumínio e receberam: cimento à base de Bis-GMA; silano previamente à aplicação do mesmo cimento; tratamento triboquímico (sistema Rocatec – 3M Espe), que emprega jateamento com partículas modificadas por sílica

e silanização, seguido da aplicação do cimento; acrilização e aplicação do mesmo cimento; cimentação com Panavia Ex; cimentação com Panavia 21; e cimentação com resina composta modificada por poliácido. O ensaio de cisalhamento foi realizado em dois tempos: 3 dias e 150 dias de armazenagem em água+termociclagem. Os melhores resultados foram apresentados por amostras cimentadas com Panavia Ex (Kuraray) e Panavia 21 (Kuraray), sem diferença estatística entre os períodos de armazenagem. Os autores observaram que o padrão de fratura dos grupos cimentados com Panavia após armazenagem foi coesivo em cimento, evidenciando a degradação hidrolítica do cimento, e não da interface adesiva cimento/cerâmica. O monômero MDP produziu uma união química resistente à água porque, segundo os autores, o mesmo se une quimicamente ao óxido de zircônio.

Jardel *et al.*, em 1999, avaliaram a influência de diferentes tratamentos de superfície sobre a resistência à tração entre amostras de cerâmica. Para tanto, duas cerâmicas feldspáticas – GC (GC Dental) e PVS (SS White) – foram condicionadas com ácido fluorídrico por 5 minutos ou não receberam condicionamento. A aplicação ou não de agente silano também foi avaliada. O sistema de cimentação Superbond (Sun Medical) foi empregado para todas as amostras. Os resultados de resistência à tração mostraram que os melhores valores foram apresentados pelas amostras condicionadas e silanizadas, para ambas as cerâmicas. A avaliação em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) mostrou que o condicionamento causou maior rugosidade na cerâmica PVS, mas os maiores valores de resistência à tração foram apresentados pela cerâmica GC. Os autores concluíram que a associação de condicionamento com ácido fluorídrico e agente silano é o procedimento padrão para cerâmicas odontológicas.

Em uma revisão de literatura, Piconi & Maccauro (1999) discorreram sobre o emprego de zircônia como um biomaterial. O interesse por este material surgiu devido a propriedades como boa estabilidade química e dimensional, resistência mecânica e módulo de Young similar ao de ligas de aço inoxidável. Biocompatibilidade e elevadas

propriedades mecânicas levaram ao emprego de zircônia para reposição de ossos da bacia e do fêmur e, considerando os estudos publicados desde o desenvolvimento do material, entre mais de 300 mil próteses instaladas, somente dois casos de falha foram relatados. Os esforços têm se concentrado no desenvolvimento de cerâmicas à base de zircônia-Ytrio, caracterizadas pelo menor tamanho dos grãos, materiais comumente conhecidos como Zircônia Policristalina Tetragonal (TZP). Suas propriedades são superiores àquelas apresentadas por cerâmicas à base de alumina. Um teste de resistência ao impacto, por exemplo, revelou que próteses em zircônia fraturaram somente com impacto acima de 78J, enquanto as próteses em alumina falharam sob 15J de impacto. Em relação à citotoxicidade, os autores afirmaram que resultados negativos foram encontrados em função da degradação do material, pois ligações Zr-OH e Y-OH se formaram após a absorção de água. Outra evidência da degradação do material foi a liberação de Ytrio em solução em estudos *in vitro*.

Com o objetivo de determinar se a resistência de união é dependente do tratamento de superfície para cerâmicas de elevado conteúdo cristalino, Dérand & Dérand, em 2000, avaliaram a resistência ao cisalhamento entre agentes cimentantes e cerâmica à base de zircônia, submetida a cinco tratamentos diferentes: jateamento com óxido de alumínio com partículas de 250µm, jateamento com óxido de alumínio com partículas de 50µm, jateamento com óxido de alumínio (50µm) e condicionamento com ácido fluorídrico (38%), asperização com ponta diamantada, e sem tratamento. As superfícies foram então tratadas com silano e cimentadas com três sistemas de fixação: Panavia 21, Twinlook (Kulzer) e Superbond C&B. Cilindros de compósito foram posteriormente construídos sobre o cimento. As amostras foram avaliadas após diferentes condições de armazenagem: 5 horas em ambiente seco, 1 dia, 1 semana e 2 meses em água destilada (35°C). O ensaio de cisalhamento foi conduzido à velocidade de 5mm/min e a análise das amostras mostrou que todas falharam na interface cerâmica/cimento. A rugosidade causada pela ponta diamantada resultou em maior valor de resistência de união para o

cimento Superbond. O condicionamento com ácido fluorídrico não aumentou os valores de maneira significativa. A armazenagem por uma semana em água aumentou os valores de adesão em cerca de 20% em relação aos demais grupos. Os maiores valores de resistência de união foram apresentados pelo cimento Superbond. Os autores observaram que ainda não foi possível estabelecer um tratamento padrão para cerâmicas de elevado conteúdo cristalino e que estes materiais, por apresentarem redução da fase vítreia, são ácido-resistentes.

Com o objetivo de comparar a confiabilidade de cerâmicas fabricadas industrialmente e cerâmicas manufaturadas em laboratório, Tinschert *et al.* (2000) avaliaram a resistência à flexão de oito cerâmicas disponíveis comercialmente: três porcelanas feldspáticas (PF) – Cerec Mark II (Vita), Vitadur Alpha Dentin (Vita), Vita VMK 68 (Vita) – uma porcelana infiltrada por vidro (PI) – Dicor (Dentsply), uma alumina infiltrada por vidro (IC) – InCeram Alumina (Vita), uma porcelana feldspática reforçada por leucita (IPS) – IPS Empress (Ivoclar), uma porcelana reforçada por alumina (VA) – Vitadur Alpha Core (Vita), e uma zircônia parcialmente estabilizada (TZP) – Zirconia-TZP (Metoxit). Um programa computadorizado foi empregado para avaliar o módulo de Weibull (m) e a possibilidade de falha de 1 a 5%. Apenas as cerâmicas indicadas para núcleo (TZP, IC e VA) apresentaram resistência à flexão estatisticamente superior. A cerâmica IC apresentou o segundo maior valor de resistência, mas valor m elevado, indicando que a possibilidade de falha clínica pode ocorrer com carregamentos moderados ou leves. A cerâmica TZP apresentou o maior valor de resistência à flexão e o segundo maior valor de m , permitindo afirmar que a possibilidade de falha desta cerâmica, quando empregada clinicamente, é extremamente baixa. Os autores observaram ainda que restaurações empregando zircônia são produzidas através de desgaste, pelo sistema CAD-CAM (sigla para desenho e desgaste produzidos através de computador), e que o efeito deletério das brocas e pontas de corte ainda é pouco conhecido.

Ainda em 2000, Wegner & Kern realizaram ensaio de tração para avaliar a resistência de união entre zircônia e compósito. Todas as

amostras foram jateadas com óxido de alumínio. Foram empregados dois cimentos contendo MDP e um à base de Bis-GMA. Um grupo recebeu tratamento com sistema Rocatec. Silano também foi associado ao grupo do cimento contendo Bis-GMA. As amostras foram testadas em dois períodos: após 3 dias e após termociclagem (37500 ciclos, 5° – 55° C). Os melhores valores foram apresentados quando cimento contendo MDP foi empregado, em ambos os tempos avaliados. Os autores concluíram que o silano não pode se unir à zircônia devido à ausência de fase vítreia e que o emprego do monômero MDP produz uma união química resistente à degradação hidrolítica.

Lawn *et al.*, em 2001, fizeram uma revisão de literatura sobre estudos de carregamento cíclico em estruturas cerâmicas com objetivo de conhecer melhor os testes de longevidade de restaurações indiretas em cerâmica pura. O teste de contato de Hertzian, com uma esfera tocando superfícies planas em cerâmica, fornece informação suficiente a respeito do tipo de falha a ser desenvolvida em estruturas de uma ou mais camadas. Para se determinar a direção de propagação de uma trinca, materiais transparentes e translúcidos com propriedades semelhantes às da cerâmica que se pretende caracterizar podem ser empregados. Para simular o substrato dentinário, os autores afirmaram que, devido a propriedades como módulo de elasticidade e dureza, compósito odontológico fotopolimerizável era empregado com freqüência.

Borges *et al.*, em 2003, avaliaram a influência de diferentes tratamentos de superfície sobre a rugosidade superficial de cerâmicas odontológicas. Os tratamentos avaliados foram: jateamento com óxido de alumínio (50µm) por 5 segundos e condicionamento com ácido fluorídrico (10%), amostras sem tratamento foram empregadas como controle. O condicionamento foi aplicado em diferentes tempos de acordo com o tipo de cerâmica: IPS Empress e Cergogold (Degussa) – 60 segundos; IPS Empress 2 (Ivoclar) – 20 segundos; In-Ceram Alumina, In-Ceram Zirconia (Vita) e Procera AllCeram (Nobel Biocare) – 2 minutos. As amostras foram analisadas em MEV, sob aumento de 2000X. O jateamento com óxido de alumínio produziu irregularidades nas cerâmicas IPS Empress, IPS Empress

2 e Cergogold. Na amostra de Procera, as partículas oriundas do jateamento preencheram as porosidades já criadas no processo de obtenção da cerâmica. Para In-Ceram Alumina e In-Ceram Zirconia, o jateamento com óxido e o condicionamento ácido não alteraram a superfície em relação ao controle, sem tratamento. Os autores concluíram que a eficácia do tratamento de superfície é altamente dependente da composição da cerâmica a que se pretende unir.

Özcan & Vallittu, em 2003, avaliaram o efeito de três diferentes tratamentos de superfície sobre a resistência de união a seis cerâmicas disponíveis comercialmente. As cerâmicas Finesse (reforçada por leucita – Ceramco), In-Ceram (alumina infiltrada por vidro), Zirkonia Blank (zircônia infiltrada por vidro – Vita), IPS Empress 2 (reforçada por dissilicato de lítio), Procera AllCeram (alumina a 99,9%) e alumina experimental (99,7%) foram empregadas. Os tratamentos empregados foram: condicionamento com ácido fluorídrico (9,5%) por 90 segundos, jateamento com óxido de alumínio (110 μ m) por 13 segundos, ou tratamento triboquímico com sistema Rocatec, por 13 segundos cada. Todas as amostras foram cimentadas com sistema Variolink II (Ivoclar) e foram, então testadas após duas condições de armazenagem: amostras mantidas secas por 24h e amostras termocicladas (6000 ciclos, 5°–55°C). O ensaio de cisalhamento (1mm/min) evidenciou que a maior influência sobre os valores de união foi causada pelo tipo de cerâmica. Os maiores valores foram apresentados pelas cerâmicas com fase vítreia – Finesse e Empress II. Os valores mais baixos foram apresentados pela cerâmica de elevado conteúdo cristalino Procera All Ceram. Os autores concluíram que o condicionamento com ácido fluorídrico dissolve a fase vítreia das cerâmicas, facilitando a penetração da resina fluida através das microretenções. O tratamento triboquímico, por sua vez, aumenta o conteúdo de sílica em cerâmicas com elevado conteúdo cristalino, favorecendo o emprego de um agente silano, e pode ser uma alternativa para adesão a novos materiais à base de alumina.

Com o objetivo de avaliar o efeito da morfologia de superfície sobre a resistência de união entre cimento e cerâmica, Oh & Shen (2003)

fizeram um estudo, avaliando tratamentos de superfície em três cerâmicas odontológicas – uma porcelana feldspática contendo fluorapatita (FF – ERV Eris, Ivoclar), uma cerâmica reforçada por leucita (RL – E1C Empress 1, Ivoclar) e uma reforçada por dissilicato de lítio (RDL – EXC Experimental, Ivoclar). Os tratamentos aplicados foram: amostras polidas (granulação 1200 μ m), jateamento com óxido de alumínio (50 μ m), condicionamento com ácido fluorídrico (5%) e associação de jateamento e condicionamento com ácido. Foram preparadas amostras em palito para o ensaio de micro-tração. Todas as amostras que receberam somente polimento, assim como as amostras RDL submetidas a jateamento falharam no momento do corte. O melhor resultado foi apresentado pelo grupo RDL quando submetido a jateamento e condicionamento associados. Os autores observaram que tanto jateamento como condicionamento podem remover ou dissolver a fase vítreia das cerâmicas, a intensidade deste efeito depende do tipo de matriz, da quantidade de fase cristalina e do tamanho dos cristais.

Della Bona *et al.* (2003) empregaram os princípios de fractografia para classificar o padrão de fratura entre compósito e cerâmica submetidos a ensaio de micro-tração. As cerâmicas IPS Empress e IPS Empress 2 receberam condicionamento com ácido fluorídrico ou com fluorofosfato acidulado ou com silano sem tratamento prévio. O silano também foi associado aos ácidos. Em seguida, adesivo e compósito foram aplicados sobre a superfície tratada. Após o teste de micro-tração, os resultados evidenciaram maior valor de resistência à tração quando IPS Empress 2 foi condicionada com ácido fluorídrico e recebeu aplicação de silano. O emprego do silano melhorou os valores de resistência de união em todas as condições. Os autores observaram que a união entre cerâmica e compósito é influenciada diretamente pela microestrutura da cerâmica e pelo tratamento de superfície.

Ainda em 2003, Blatz *et al.* fizeram uma revisão de literatura sobre os procedimentos de adesão entre cerâmicas odontológicas e agentes de cimentação. Os autores afirmaram que cerâmicas à base de sílica, devido às propriedades mecânicas inferiores, são empregadas em restaurações metalo-cerâmicas, ou associadas a *copings* cerâmicos de

elevada resistência. Apesar da friabilidade e da limitada resistência à flexão destas cerâmicas, o emprego de materiais resinosos para cimentação pode aumentar a resistência à fratura e melhorar o desempenho clínico das restaurações. Agentes silano, que são moléculas bifuncionais que se unem não só às cerâmicas, mas também copolimerizam com a matriz orgânica do compósito, aumentam ainda o molhamento da cerâmica, melhorando a interação com o sistema de fixação. Em relação a testes de longevidade, os autores observaram que termociclagem e armazenagem em água por longos períodos são métodos fiéis para predizer a longevidade das restaurações. Os autores concluíram que a disponibilidade de trabalhos avaliando adesão à zircônia ainda é reduzida, e mais estudos devem ser conduzidos para se conhecer com maior segurança o desempenho clínico de tais restaurações.

Com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes *primers* sobre a camada de óxidos presente na superfície de cerâmicas à base de zircônia, Yoshida *et al.*, em 2004, estudaram a resistência ao cisalhamento entre duas amostras metálicas obtidas a partir de óxido de zircônio altamente puro (99,9%), tratadas com *primers* indicados para o reparo de restaurações metálicas intra-oralmente e um *primer* experimental contendo zirconato e MDP. Dois agentes cimentantes foram empregados, um contendo monômero ácido funcional (MDP) e outro contendo somente uretano dimetacrilato (UDMA). Os resultados iniciais evidenciaram que os melhores resultados foram apresentados pela associação do *primer* experimental ao cimento contendo MDP. Após termociclagem, não houve diferença estatística entre os grupos tratados com *primer* experimental e cimentados com ambos os cimentos. Os autores, baseados no conceito de que cerâmica à base de dióxido de zircônio contém uma camada passiva de óxidos de zircônio, concluíram que novos *primers* contendo monômeros fosfato e zirconato devem ser desenvolvidos num futuro próximo, pois poderiam assegurar a eficácia da união entre cerâmica e sistema de cimentação.

Hummel & Kern, também em 2004, avaliaram a resistência de união entre cerâmica à base de alumina (99%) e sistemas de fixação, após

diferentes tratamentos de superfície. Amostras jateadas com óxido de alumínio receberam: sistema de união e cimento à base de Bis-GMA (Variolink), tratamento triboquímico e sistema Variolink, Alloy Primer (Kuraray) e sistema Variolink, agente silano e sistema Variolink, cimento à base de 4-META (Superbond C&B) e cimento à base de MDP (Panavia 21). Amostras polidas, sem tratamento mecânico, também receberam os mesmos sistemas de fixação e todas foram cimentadas a compósito odontológico. O teste de tração foi conduzido após dois períodos de armazenagem: 3 dias e 150 dias mais termociclagem (37500 ciclos, 5°-55°C). Os melhores resultados foram encontrados quando Panavia 21 foi aplicado à superfície previamente jateada, sem decréscimo dos valores após envelhecimento. A associação de Alloy Primer e Variolink em superfícies jateadas produziu resultados intermediários em ambos os períodos de tempo. Os autores observaram que o jateamento prévio cria microretenções na superfície de cerâmica e que sem o jateamento a união química não é possível porque este tende a limpar a superfície de cerâmica contaminada. Adicionalmente, os autores observaram que a aplicação de silano aumenta a molhabilidade da superfície de cerâmica, permitindo que o cimento escoe para o interior de porosidades superficiais, reduzindo a degradação da união.

Objetivando avaliar o desempenho de um agente de cimentação auto-adesivo, De Munck *et al.* (2004) aplicaram RelyX Unicem (3M Espe) sobre superfícies de esmalte e dentina humanos, submetidas ou não a condicionamento ácido prévio. Para efeito de comparação, Panavia F também foi empregado. Blocos de resina composta pré-polimerizados foram cimentados sobre a estrutura dental e, após 24 horas, as amostras foram seccionadas para realização de ensaio de micro-tração. Em esmalte os melhores valores de resistência de união foram apresentados por RelyX Unicem após condicionamento ácido e por Panavia F. Em dentina os melhores valores foram apresentados por RelyX Unicem sem condicionamento e por Panavia F. Os autores afirmaram que, apesar do baixo pH apresentado pelo RelyX Unicem, a desmineralização da estrutura dental com esse sistema é reduzida, provavelmente devido à sua elevada

viscosidade e propriedades tixotrópicas. Para melhores resultados, este sistema deveria ser sempre empregado sob pressão.

Della Bona *et al.*, em 2004, estudaram o efeito de tratamentos sobre a superfície de cerâmicas à base de dissilicato de lítio (IPS Empress II e IPS Empress II Especial). Para tanto, amostras planas receberam condicionamento com ácido fluorídrico (9,5%), condicionamento com fluorfosfato acidulado (4%), e aplicação de silano foi associada ou não a ambos os tratamentos. Amostras polidas (1200 μ m) com e sem silano foram empregadas como controle. Os autores avaliaram o efeito do meio de leitura (água ou resina fluida) sobre o ângulo de contato e o efeito do condicionamento e da aplicação de silano sobre o ângulo de contato, quando resina fluida foi empregada. O meio de leitura não influenciou o ângulo de avanço da resina fluida. As amostras condicionadas exibiram melhor molhamento que as amostras não condicionadas, e o silano aplicado apresentou menor energia de superfície, preenchendo as irregularidades causadas pelo condicionamento e, consequentemente, não melhorou o molhamento pela resina fluida. A aplicação de ácido fluorídrico resultou em padrão de condicionamento mais agressivo que quando fluorfosfato acidulado foi empregado.

Zhang *et al.* (2004-a) avaliaram o efeito de carregamento cíclico sobre a tolerância à propagação de trincas de uma cerâmica à base de óxido de zircônia (Prozyr Y-TZP – Norton) e uma à base de alumina (AD995 – CoorsTek). Placas de 0.6mm de espessura foram colocadas a blocos de policarbonato transparente e fixadas com resina epóxica. Foram avaliadas amostras polidas, amostras previamente indentadas com esfera de aço (\varnothing 3,96mm – carregamento de 3000 e 4000N) e amostras submetidas a calor (200° C) por 200 horas. Os autores avaliaram o desenvolvimento de falha catastrófica, ou seja, trinca radial (*radial crack*) que se origina a partir da interface com a resina epóxica e, clinicamente, significaria a fratura da restauração cerâmica. Os resultados evidenciaram que em um mesmo período de tempo, Y-TZP suportaria carregamentos mais altos que alumina. A menor tendência à propagação de trincas parece estar relacionada ao menor tamanho dos cristais.

Em outro estudo publicado em 2004 (b), Zhang *et al.* avaliaram o efeito do jateamento com óxido de alumínio por 5 segundos sobre a longevidade de cerâmicas de elevado conteúdo cristalino, zircônia (Y-TZP) e alumina. Para tanto, amostras jateadas e polidas foram cimentadas sobre blocos de policarbonato empregando resina epóxica. Carregamento cíclico foi aplicado até a observação de falha catastrófica. Os resultados mostraram que o jateamento introduz microtrincas na superfície de cerâmica que podem reduzir a longevidade em cerca de 20 a 30%. Devido às propriedades apresentadas, os autores concluíram que Y-TZP, quando submetida ao tratamento de superfície adequado, pode ser o material ideal para desenvolvimento de técnicas restauradoras.

Em relação ao ensaio de micro-tração, Reis *et al.* (2004) avaliaram o efeito de diferentes velocidades de tracionamento sobre a resistência de união entre compósito e dentina. Os sistemas adesivos Clearfil SE Bond (Kuraray) e Single Bond (3M Espe) foram aplicados a superfícies planas em dentina humana e blocos de compósito foram construídos sobre o sistema de união. Após 24 horas, palitos foram obtidos para o ensaio de micro-tração. As velocidades avaliadas foram 0,1, 0,5, 1,0, 2,0 e 4,0mm/min. Não houve diferença estatística significativa entre as velocidades de tracionamento. As amostras restauradas com Clearfil SE Bond apresentaram menores valores de resistência em todas as velocidades avaliadas. Os autores afirmaram que, devido ao pequeno tamanho das amostras, a inclusão de defeitos é minimizada, senão excluída, reduzindo a influência da velocidade sobre a propagação destes defeitos.

Ainda em 2004, Castro *et al.* avaliaram o comportamento físico-químico de alumina e dióxido de estanho (SnO_2) na absorção de polímeros derivados de ácido poliacrílico. Pó de alumina e SnO_2 foram dissolvidos em água deionizada e dispersantes contendo polímeros com moléculas carregadas positivamente (NH_4^+ e Na^+) foram colocados nas suspensões. Um método de amplitude sônica eletrocinética foi empregado para medir a mobilidade eletroforética das soluções e os resultados mostraram que, em pH elevado, alumina absorve cadeias poliméricas

através de pontes de hidrogênio. Devido à sua característica básica, alumina tende a interagir com íons H^+ . Os autores observaram que a presença de grupos hidroxila na superfície de pós de óxido é um fator determinante para a absorção de dispersantes, entretanto, o dispersante pode ser efetivo ou não dependendo do óxido a ser analisado.

Zhang & Lawn, em 2005, avaliaram o efeito de danos superficiais sobre a superfície de cerâmica Y-TZP (Y-TZP Prozyr) submetida a carregamento cíclico. Amostras planas foram polidas ($1\mu m$) e receberam microindentações Vickers, com carregamento variando de 1 a 100N, e Berkovich, variando de 0,1 a 1N. A superfície submetida à indentação foi, então, cimentada sobre bloco de policarbonato e submetida a carregamento cíclico, até que ocorresse falha catastrófica. Os resultados mostraram elevada tendência à propagação de trincas quando Y-TZP é submetida a dano superficial, diretamente proporcional ao carregamento aplicado. Os autores observaram que o dano causado por jateamento com óxido de alumínio é da ordem de 1N aproximadamente, o que poderia comprometer a longevidade de restaurações em Y-TZP submetidas a jateamento prévio.

A resistência ao cisalhamento entre zircônia e sistemas de fixação foi estudada por Piwowarczyk *et al.* (2005) com o objetivo de conhecer melhor o efeito de dois tratamentos de superfície. Metade das amostras em cerâmica Y-TZP foi tratada com jateamento com óxido de alumínio ($100\mu m$) e a outra metade recebeu tratamento triboquímico (sistema Rocatec). Onze cimentos odontológicos, resinosos, ionoméricos e um fosfato de zinco, foram empregados para cimentação da zircônia a amostras em compósito. O ensaio de cisalhamento foi realizado após dois períodos de armazenagem: 30 minutos e 14 dias + termociclagem. O cimento RelyX Unicem resultou nos melhores valores de resistência, em ambos os tempos e tratamentos superficiais. Os autores afirmaram que não é possível obter uma união estável a zircônia empregando cimentos de fosfato de zinco e ionoméricos.

3. PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência de união, através de ensaio de micro-tração, entre uma cerâmica de elevado conteúdo cristalino à base de dióxido de zircônio e dois sistemas de fixação contendo monômeros fosfatados, após o tratamento da superfície de cerâmica com soluções básicas associadas ou não a um *primer* para metal.

4. MATERIAIS E MÉTODO

4.1. MATERIAIS

Para a realização deste estudo, foram empregados uma cerâmica à base de dióxido de zircônio, um compósito odontológico para simulação do substrato (Figura 1), e dois sistemas resinosos de cimentação (Figuras 2 e 3). As marcas comerciais empregadas neste estudo e suas características são apresentadas na Tabela 1.



Figura 1. Tubos de compósito universal Z-100



Figura 2. Sistema para cimentação Panavia 21



Figura 3. Sistema para cimentação RelyX Unicem Maxicap

Tabela 1. Materiais comerciais empregados para avaliar a influência de tratamentos de superfície na adesão entre zircônia e sistemas para cimentação.

Material	Composição	Nº do lote	Validade	Fabricante
Z100 (cor A3)	Monômeros BIS-GMA, TEGDMA, partículas de carga zirconia/silica com tamanho médio de 3.5 a 0.01 μm	5JE	01-2008	3M ESPE
Lava Frame	Dióxido de zircônio numa estrutura tetragonal policristalina parcialmente estabilizada com Ytria	----- ----- --	----- ----- -	3M ESPE
RelyX Unicem	Pó: Vidro, silica, hidróxido de cálcio, pigmento, pirimidina, iniciador; Líquido: éster fosfórico metacrilato, dimetacrilato, acetato, estabilizador, iniciador	204934	07-2006	3M ESPE
Alloy Primer	Acetona, 10-Metacriloiloxidecil dihidrogênio fosfato (MDP), 6-(4-vinilbenzil-n-propil)amino-1,3,5-trizaino-2,4ditiol(VBATDT)	00171A	04-2006	Kuraray America Inc.
ED Primer	Liq A e B: MDP, HEMA, 5-NMSA e iniciador da polimerização	61244	06-2006	Kuraray America Inc.
Panavia 21	Compósito contendo BPEDMA, MDP, DMA, Ba-B-Si-cidro/silica	00112A	06-2006	Kuraray America Inc.

Duas soluções básicas foram aplicadas na superfície da cerâmica para promover tratamento químico, e suas características podem ser observadas na Tabela 2.

Tabela 2. Soluções básicas aplicadas como tratamento químico da superfície de cerâmica.

Solução	Concentração	Fórmula	pH	Fabricante
Hidróxido de sódio	0.5 molar*	NaOH	13.99	Fisher Scientific
Hidróxido de Tetrabutilamônio	Solução aquosa 5.5%**	$\text{C}_{16}\text{H}_{37}\text{NO}$	11.94	Sachem Inc.

*Concentração molar

**Concentração comum

4.2. MÉTODO

4.2.1. Preparação da zircônia

Um cilindro com 19.5mm de diâmetro e 100mm de altura de zircônia Lava Frame Y-TZP (Figura 4 - A)(3M Espe – Dental Products Division – St. Paul, Minnesota, 55144-1000 – USA) foi cortado com disco diamantado (Série 15LC Diamante – Isomet Buehler – Microstructural Analysis Division, Lake Bluff, Illinois, 60044 – USA), à velocidade de 600 rpm, sob irrigação a água, para obtenção de 18 fatias com 4mm de espessura (Figura 4 - B). As fatias foram, então, cortadas ao meio (Figura 4 - C), resultando em 36 amostras de cerâmica que foram polidas em ambos os lados com lixas de carbureto de silício nas granulações 320, 400 e 600 μ m (Buehler Ltd., Lake Bluff, Illinois, 60044-1699 – USA) sob irrigação a água e pressão manual, com o objetivo de promover rugosidade padrão em todas as superfícies.



Figura 4. Cerâmica de dióxido de zircônio em diferentes etapas de corte

As amostras foram limpas com água deionizada em banho de ultra-som (L&R Ultrasonic T-148, Kearny, New Jersey, 07032-0607 – USA) por 10 minutos e armazenadas em água deionizada até a aplicação dos tratamentos.

4.2.2. Preparação do substrato em resina composta

Os substratos em compósito foram feitos empregando resina composta universal Z-100 (3M Espe). Para tanto, matrizes de silicone foram feitas no mesmo diâmetro do cilindro de zircônia. Um recipiente plástico com cerca de 40mm de diâmetro e 12mm de altura foi preenchido com silicone de condensação (Mach-2 Die Silicone for models, Parkell Biomaterials Div., Farmingdale, NY, 11735 – USA) e uma fatia de zircônia com 6mm de espessura foi moldada. Após a cura do material de moldagem, a fatia de zircônia foi removida.

Então, resina composta foi inserida no molde de silicone (Figura 5) até preencher cerca de metade da altura, e foi cuidadosamente acomodada com condensador manual, sendo fotoativada por 90 segundos em unidade polimerizadora (Dentacolor XS – Heraeus Kulzer Inc., Armonk, New York, 10504 – USA). Em seguida a matriz foi completamente preenchida e, para obter uma superfície plana, uma lâmina de vidro (1mm de espessura) foi colocada sobre o compósito sob carga (600g) por 30 segundos (Figura 6). A amostra foi novamente fotoativada (600mW/cm² – 3M Curing-light XL 1500 – 3M Dental Products) por 90 segundos através da lâmina de vidro. O substrato foi então removido do molde e colocado em posição inversa, sendo novamente fotoativado por 90 segundos em unidade polimerizadora (Kulzer Inc.), para certificar que a base do substrato também fosse adequadamente polimerizada.



Figura 5. Matriz de silicone sendo parcialmente preenchida com compósito

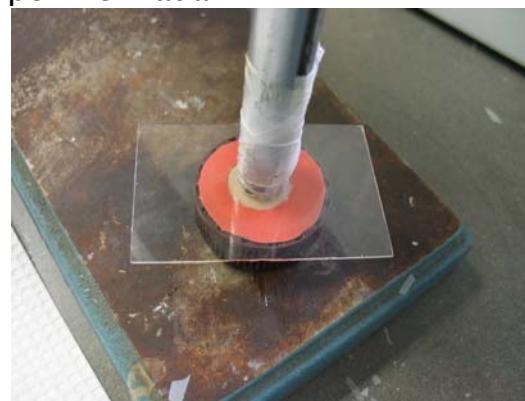


Figura 6. Lâmina de vidro sob aplicação de carga para assegurar uma superfície plana em compósito

Dezoito substratos em compósito foram feitos e armazenados em água deionizada em câmara úmida por, no mínimo, 30 dias, para promover hidratação. Após este período, os substratos foram cortados ao meio da mesma maneira que a cerâmica, empregando-se disco diamantado, resultando em 36 amostras do substrato. Ambos os lados foram polidos com lixas de carbureto de silício até a granulação 600 μ m sob irrigação a água, para assegurar que ambas as faces ficassem planas e também com o objetivo de promover rugosidade padrão.

As amostras em compósito foram limpas em água deionizada em banho de ultra-som por 10 minutos e deixadas em água deionizada (37º C) até a aplicação dos tratamentos.

4.2.3. Grupos experimentais

Depois de serem limpas, amostras de zircônia e compósito foram aleatoriamente distribuídas em 12 grupos (n=3), de acordo com o tratamento a ser aplicado e o sistema de cimentação. Os grupos experimentais foram:

Grupo RU = Sistema de cimentação auto-adesivo RelyX Unicem

Grupo ApRU = Alloy Primer+RelyX Unicem

Grupo NaRU = Hidróxido de sódio (NaOH)+RelyX Unicem

Grupo TaRU = Hidróxido de tetrabutilamônio (TBAH)+RelyX Unicem

Grupo NaApRU = NaOH+Alloy Primer+RelyX Unicem

Grupo TaApRU = TBAH+Alloy Primer+RelyX Unicem

Grupo Pa = Sistema de cimentação auto-polimerizável Panavia 21

Grupo ApPa = Alloy Primer+Panavia

Grupo NaPa = NaOH+Panavia

Grupo TaPa = TBAH+Panavia

Grupo NaApPa = NaOH+Alloy Primer+Panavia

Grupo TaApPa = TBAH+Alloy Primer+Panavia

4.2.4. Procedimentos de cimentação

4.2.4.1. Compósito

Os substratos em resina composta foram tratados de acordo com o sistema de cimentação:

- Grupos empregando sistema RelyX Unicem (3M Espe): a superfície em compósito não recebeu nenhum tratamento adicional. Amostras foram secadas com jato de ar por 10 segundos antes da cimentação.
- Grupos empregando sistema Panavia 21 (Kuraray Inc., Kurashiki, Okayama, 710-8622 – Japan): depois da superfície em compósito ter sido secada por 10 segundos, uma gota de ED Primer líquido A e uma gota de ED Primer líquido B (Kuraray Inc.) foram misturadas e aplicadas na superfície de compósito com auxílio de pincel *microbrush* (Microbrush International, Grafton, Wisconsin, 53024 – USA). Após 60 segundos, um suave jato de ar foi aplicado por 5 segundos, à distância de aproximadamente 10cm, deixando uma aparência vítreia

4.2.4.2. Zircônia

- Grupo RU: cerâmica não recebeu qualquer tratamento adicional, sendo somente secada com jato de ar por 10 segundos. Então, um cápsula do sistema de cimentação RelyX Unicem Maxicap (3M Espe) foi inserida no ativador, que foi pressionado e segurado por 2 segundos para permitir o total extravasamento do líquido para a cápsula que contém o pó. Após remoção do ativador, a cápsula foi inserida em uma unidade de alta freqüência (Rotomix misturador rotatório – 3M Espe) e misturada por 10 segundos (Figura 7 – A). Em seguida, a cápsula foi inserida em um aplicador Aplicap, a ponta aplicadora foi aberta e o cimento foi aplicado sobre a superfície de cerâmica. O substrato em compósito foi colocado sobre a superfície de cerâmica/cimento e mantido sob carga de 600g, aplicada com um aplicador mecânico. Os excessos de cimento foram removidos com espátula número 1 e o cimento foi fotoativado (XL 1500, 3M Dental Products) por 40 segundos em cada face (Figura 7 – B).

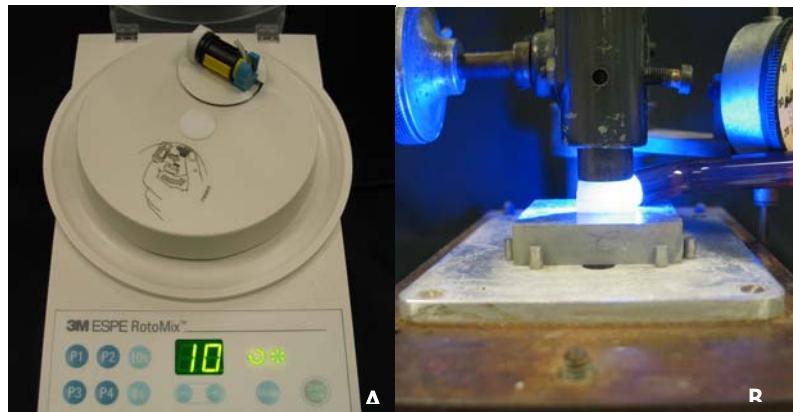


Figura 7. Cimentação com RelyX Unicem

A: Misturador rotatório; B: Amostra sendo fotoativada

- Grupo ApRU: zircônia não recebeu qualquer tratamento adicional, sendo apenas secada com jato de ar por 10 segundos. Alloy Primer (monômero contendo MDP – Kuraray Inc.) foi aplicado na superfície de zircônia com *microbrush* e, depois de 60 segundos, foi vigorosamente secado por 15 segundos. Então, uma cápsula de RelyX Unicem (3M Espe) foi preparada e compósito e zircônia foram cimentados como descrito anteriormente.
- Grupo NaRU: após a secagem da amostra em zircônia, solução de NaOH (Fisher Scientific, Fair Lawn, New Jersey, 07410 – USA) foi gotejada sobre a superfície e deixada em repouso por 60 segundos, sendo lavada em seguida por 60 segundos, em água corrente. A amostra foi secada com jato de ar por 10 segundos e compósito e zircônia foram cimentados como previamente descrito, empregando cimento RelyX Unicem (3M Espe).
- Grupo TaRU: após a secagem da amostra, solução aquosa de TBAH (Sachem Inc., Austin, Texas, 78704 – USA) foi gotejada na superfície da cerâmica e deixada em repouso por 60 segundos. Em seguida, a amostra foi lavada em água corrente por 60 segundos e secada com jato de ar por 10 segundos, sendo compósito e zircônia cimentados com RelyX Unicem (3M Espe), conforme descrito anteriormente.
- Grupo NaApRU: a amostra de zircônia foi secada por 10 segundos. Então, solução de NaOH (Fisher Scientific) foi gotejada sobre a

cerâmica e deixada em repouso por 60 segundos. Em seguida, a amostra foi lavada em água corrente por 60 segundos e secada com jato de ar por 10 segundos. Alloy Primer foi aplicado sobre a superfície tratada com *microbrush* e, após 60 segundos, secado com jato de ar por 15 segundos. RelyX Unicem (3M Espe) foi ativado e as amostras cimentadas como descrito anteriormente.

- Grupo TaApRU: a amostra de zircônia foi secada por 10 segundos. Solução de TBAH (Sachem Inc.) foi gotejada sobre a superfície e, após 60 segundos, a amostra foi lavada em água corrente por 60 segundos. Depois de secada por 10 segundos, Alloy Primer foi aplicado com *microbrush* e deixado por 60 segundos, sendo em seguida secado vigorosamente por 15 segundos, com jato de ar. Cimento RelyX Unicem (3M Espe) foi ativado e as amostras foram cimentadas como previamente descrito.
- Grupo Pa: a superfície de zircônia foi secada com jato de ar por 10 segundos. O cimento Panavia 21 (Kuraray Inc.) foi dispensado em proporção 1:1 na quantidade desejada em placa de vidro e as pastas foram misturadas com espátula plástica fornecida pelo fabricante, durante 20 segundos. Uma fina camada de cimento foi colocada sobre a cerâmica e o substrato em compósito (previamente tratado com ED Primer) foi colocado sobre a cerâmica/cimento e mantido sob carga de 600g em aplicador mecânico (Figura 8 - A). Os excessos de cimento foram removidos e Oxyguard (Kuraray Inc.) foi aplicado circundando toda a interface adesiva (Figura 8 - B). Depois de 3 minutos, Oxyguard (Kuraray Inc.) foi removido com bolinha de algodão úmida.

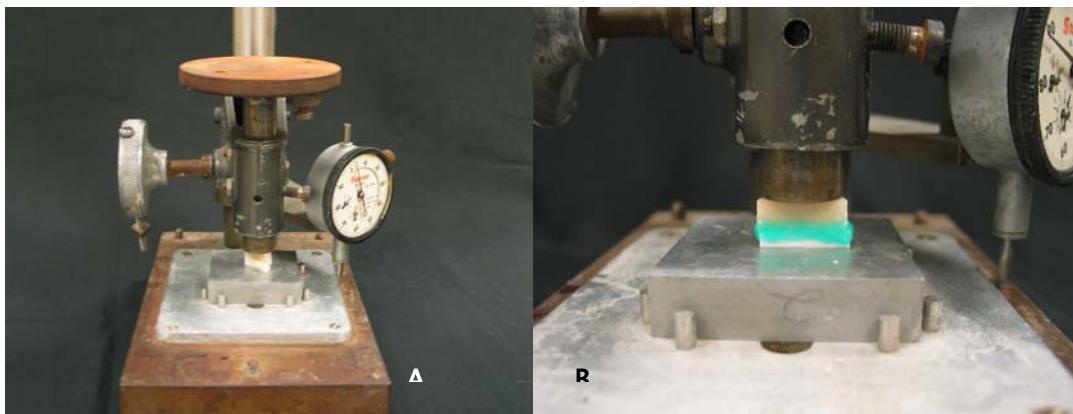


Figura 8. Cimentação com Panavia 21

A: Amostra sob carga de 600g; B: Oxyguard ao redor da interface adesiva

-
- Grupo ApPa: zircônia não recebeu qualquer tratamento adicional, sendo somente secada por 10 segundos com jato de ar. Alloy Primer foi aplicado sobre a superfície de cerâmica e, após 60 segundos, um jato de ar foi aplicado vigorosamente por 15 segundos sobre a superfície. Então, Panavia 21 (Kuraray Inc.) foi dispensado, misturado e compósito e zircônia foram cimentados como previamente descrito.
- Grupo NaPa: após a secagem da amostra por 10 segundos, solução de NaOH (Fisher Scientific) foi gotejada e deixada por 60 segundos sobre a superfície, então a amostra foi lavada em água corrente por 60 segundos. A superfície foi secada com jato de ar por 10 segundos e compósito e zircônia foram cimentados como descrito anteriormente para o cimento Panavia 21 (Kuraray Inc.).
- Grupo TaPa: após a secagem da amostra em zircônia por 10 segundos, solução TBAH (Sachem Inc.) foi gotejada sobre a superfície e deixada em repouso por 60 segundos. A amostra foi lavada por 60 segundos, secada com jato de ar por 10 segundos, e compósito e zircônia foram cimentados com Panavia 21 (Kuraray Inc.) como previamente descrito.
- Grupo NaApPa: a amostra foi secada por 10 segundos. Em seguida, solução de NaOH (Fisher Scientific) foi gotejada sobre a superfície da zircônia. Após 60 segundos, a amostra foi lavada por 60 segundos

em água corrente e secada com jato de ar por 10 segundos. Alloy Primer foi aplicado com *microbrush* sobre a superfície tratada e, após 60 segundos, foi secado por 15 segundos. Então, Panavia 21 (Kuraray Inc.) foi dispensado, misturado e compósito e zircônia foram cimentados como descrito anteriormente.

- Grupo TaApPa: zircônia foi secada por 10 segundos. Solução de TBAH (Sachem Inc.) foi gotejada sobre a superfície e, após 60 segundos, foi removida em água corrente por 60 segundos. Então, a amostra foi secada por 10 segundos e Alloy Primer foi aplicado sobre a superfície com *microbrush*. Após 60 segundos, a amostra foi secada vigorosamente por 15 segundos e cerâmica e compósito foram cimentados como descrito anteriormente para o cimento Panavia 21 (Kuraray Inc.).

Todas as amostras foram armazenadas em água deionizada em câmara úmida (37° C) por 24 horas.

4.2.5. Procedimentos de corte

Cada amostra foi colocada em um dispositivo acrílico em forma de “L” e, empregando-se godiva em bastão previamente aquecida, a amostra foi fixada ao dispositivo. Godiva também foi colocada ao redor de toda a interface adesiva a fim de minimizar a incidência de tensões. O conjunto base acrílica/amostra foi devidamente fixado a uma cortadeira metalográfica de precisão (Isomet Buehler), na qual um disco diamantado de baixa concentração (Série 15 LC - Buehler) seccionou a amostra paralelamente, à velocidade de 600rpm, sob irrigação a água, obtendo-se inicialmente fatias com 0.8mm de espessura aproximadamente (Figura 9). Em seguida, a amostra fatiada foi novamente envolvida por godiva aquecida e a base acrílica foi recolocada na máquina, em posição girovertida em 90° em relação à posição inicial. A amostra foi então fatiada perpendicularmente ao primeiro corte, sob irrigação a água, empregando-se a mesma velocidade (Figura 10). Cerca de 40 palitos com aproximadamente 0.8mm² de área e 10mm de comprimento foram obtidos de cada amostra (Figura 11).



Figura 9. Amostra em fatias paralelas após o primeiro

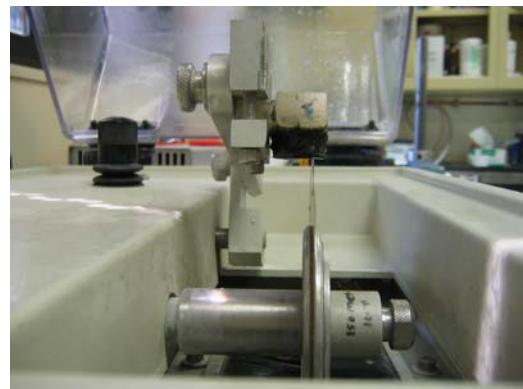


Figura 10. Amostra em posição para início dos cortes e obtenção dos



Figura 11. Palitos obtidos de uma única amostra

Os palitos foram levados a um estereomicroscópio (Olympus XZS – ILLB100 – Olympus Optical Co. Ltd., Melville, NY, 11747-9058 – USA) e foram avaliados em relação à presença de fendas ou bolhas na margem em cimento. Os palitos que apresentavam qualquer defeito foram descartados. Os palitos restantes foram armazenados em água deionizada em câmara úmida (37° C) até o momento do ensaio de micro-tração.

4.2.6. Envelhecimento

Setenta e duas horas após os procedimentos de corte, 15 palitos de cada amostra foram separados para o ensaio de micro-tração.

Os palitos restantes foram armazenados em água desionizada, a 37°C, em câmara úmida, por 60 dias. A água foi trocada toda semana. Depois deste período, todos os palitos foram submetidos a termociclagem ao mesmo tempo. Para tanto, os mesmos foram colocados separadamente em pequenos retângulos costurados em tule. Todos os retângulos foram cuidadosamente posicionados dentro de uma cesta metálica (Figura 12 – A) e as amostras foram termocicladas por 5000 ciclos (5° – 55°C), com banhos de 30 segundos e tempo de transferência de 5 segundos entre os banhos (Figura B e C).

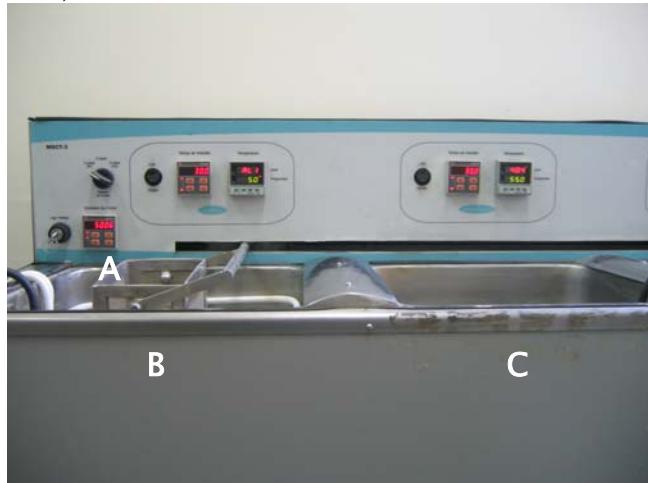


Figura 12. Máquina de termociclagem evidenciando a cesta metálica (A) e banhos frio (5°C – B) e quente (55°C – C)

4.2.7. Ensaio de micro-tração

Um aparato Bencor Multi-T (Danville Engineering Inc., San Ramon, CA, 94583 – USA) foi montado em máquina universal de ensaios Instron (Modelo 5566 – Instron Corporation, Norwood, MA, 02062-2643 – USA) (Figura 13). Empregando-se uma pinça clínica, cada corpo-de-prova foi individualmente colocado por suas extremidades ao dispositivo Bencor de micro-tração, paralelamente ao longo eixo do dispositivo, e fixado com

cola à base de cianocrilato em gel (Krazy Glue - Elmer's Products Inc., Columbus, Ohio, 43219 – USA)(Figura 14). Acelerador Zapit (DVA, Corona) foi aplicado para acelerar o endurecimento da cola e prevenir o escoamento da mesma para a interface adesiva.

O carregamento foi aplicado à velocidade de 1mm/min (Reis *et al.*, 2004) até que ocorresse a fratura da amostra, empregando-se célula de carga de 50kgf.



Figura 13. Máquina de ensaios preparada para o ensaio de micro-tração



Figura 14. Amostra fixada ao dispositivo Bencor pronta para ser testada

A área da interface adesiva de cada amostra foi medida com paquímetro digital (Mitutoyo America Co., Aurora, Illinois, 60504 – USA) e a resistência de união foi calculada dividindo-se o valor do carregamento no momento da fratura pela área de secção transversal de cada amostra.

Os valores de resistência à micro-tração foram analisados por Análise de Variância (ANOVA) de dois critérios e Teste de Variação Múltipla de Tukey, ao nível de significância de 95%. Os fatores foram tipo de cimento, ausência ou presença de Alloy Primer e ausência ou presença/tipo de solução básica. A análise estatística foi realizada separadamente de acordo com o período de armazenagem das amostras, para evitar a ocorrência de interação quádrupla.

4.2.8. Padrão de fratura

Para classificar o padrão de fratura, todos os corpos-de-prova testados no ensaio de micro-tração foram avaliados. Para tanto, ambos os lados de cada amostra (compósito e cerâmica) foram analisados em estereomicroscópio sob aumento de 60X, e o padrão de fratura foi classificado em seis modos diferentes, como se pode observar abaixo:

- Tipo 1 – Coesiva no compósito
- Tipo 2 – Coesiva no cimento
- Tipo 3 – Coesiva em cerâmica
- Tipo 4 – Adesiva entre cerâmica e cimento
- Tipo 5 – Adesiva entre compósito e cimento
- Tipo 6 – Falha mista

Entre as amostras testadas, um par representativo de cada modo de fratura encontrado no estudo, isto é, cerâmica e compósito de um mesmo palito, foi separado para fotomicrografias empregando Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). As amostras foram limpas em banho de ultra-som por 10 minutos, em água deionizada. Em seguida, foram verticalmente montadas em stubs metálicos para microscopia e armazenadas em recipiente plástico contendo sílica em seu interior por 24 horas, à temperatura ambiente, para serem desidratadas (Kitajima & Leite, 1999).

As amostras foram, então, metalizadas (Bal-Tec, Boeckeler Instruments Inc., Tuscon, AZ, 85714 – USA) com ouro-paládio por 3 minutos à corrente de 10mA e vácuo de 130 mTorr (Della Bona *et al.*, 2003), e examinadas em MEV (Jeol USA Inc., Peabody, MA, 01960 – USA). Fotografias de ambos os lados da amostra foram tiradas sob aumento de 100X.

4.2.9. Delineamento estatístico

A análise estatística foi realizada seguindo um delineamento fatorial (Tabela 3).

Tabela 3. Delineamento estatístico para avaliar a influência de tratamentos de superfície na adesão entre zircônia e sistemas para cimentação.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade
Cimento	1
Solução	2
Primer	1
Cimento x Solução	2
Cimento x Primer	1
Solução x Primer	2
Cimento x Solução x Primer	2
RESÍDUO	24
TOTAL	36

5. RESULTADOS

O tratamento estatístico dos dados obtidos no ensaio de resistência à tração (Anexos 1 e 2) foi realizado em duas etapas, de acordo com o desenvolvimento da metodologia. Assim, foram realizadas duas análises estatísticas distintas em função do fator “tempo”. Esta conduta durante a análise estatística se justificou para que a interação de todos os fatores não mascarasse os efeitos dos tratamentos. Portanto, foi realizada uma análise estatística para o tempo de 72 horas (72h) e outra para o tempo de 60 dias mais termociclagem (60d+TC), separadamente.

Os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) de dois critérios e para a tomada de decisões foi determinado o limite de 5% de probabilidade ($\alpha=0,05$).

5.1. Tempo inicial de 72 horas (72h)

Os dados obtidos no ensaio de resistência à tração para o tempo de 72 horas após a obtenção das amostras foram submetidos à Análise de Variância (Anexo 3) e a decomposição desta Análise é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4. Decomposição da ANOVA para a variável resistência à micro-tração – tempo 72h.

Causa de variação	GL	quadrados	Soma de médios	Quadrados	valor-p
Cimento	1	26,7633778	26,7633778	5,14	0,0327
Solução	2	0,2144056	0,1072028	0,02	0,9796
Primer	1	304,1536000	304,1536000	58,38	<,0001
Cimento*Solução	2	42,5620722	21,2810361	4,09	0,0297
Cimento*Primer	1	156,0833778	156,0833778	29,96	<,0001
Solução*Primer	2	180,3341167	90,1670583	17,31	<,0001
Cimento*Solução*Primer	2	97,3903389	48,6951694	9,35	0,0010
Resíduo	24	125,0290000	5,2095417		
Total corrigido		35	932,5302889		
Coeficiente de determinação ...:		0,865925			
Coeficiente de variação		12,015660			

A observação da Tabela 4 mostra que na decomposição da ANOVA a interação tripla, Cimento x Solução x Primer, foi significativa ao nível de

5% de probabilidade. Para evidenciar este resultado, foi aplicado o teste de Variação Múltipla de Tukey (LS Means) e o resultado é apresentado na Tabela 5.

Tabela 5. Resultado do Teste de Variação Múltipla de Tukey para a variável resistência à micro-tração - tempo 72h.

Grupo Experimental	Média (MPa)	Desvio Padrão	$\alpha=0,05$
ApRU	28,53	2,03	A
NaApRU	23,31	2,08	AB
NaApPa	22,15	1,02	AB
TaApPa	19,98	2,81	B
TaPa	19,98	5,25	B
NaPa	19,96	1,18	B
ApPa	19,92	2,48	B
TaRU	18,16	0,34	B
TaApRU	17,53	1,63	B
Pa	17,16	0,60	BC
RU	10,79	2,35	C
NaRU	10,49	1,17	C

Onde: ApRU = Alloy primer+RelyX Unicem; NaApRU = NaOH+Alloy primer+RelyX Unicem; NaApPa = NaOH+Alloy primer+Panavia; TaApPa = TBAH+Alloy primer+Panavia; TaPa = TBAH+Panavia; NaPa = NaOH+Panavia; ApPa = Alloy primer+Panavia; TaRU = TBAH+RelyX Unicem; TaApRU = TBAH+Alloy primer+RelyX Unicem; Pa = Panavia; RU = RelyX Unicem; NaRU = NaOH+RelyX Unicem.

A comparação entre os grupos através do Teste de Variação Múltipla de Tukey evidenciou que a associação do cimento RelyX Unicem com Alloy Primer resultou no maior valor de resistência de união sem diferença estatística significativa para os grupos NaOH+Alloy Primer+RelyX Unicem e NaOH+Alloy Primer+Panavia 21, mas com diferença estatística significativa em relação aos demais grupos experimentais. A associação de solução básica NaOH e RelyX Unicem apresentou a menor média de resistência de união, sem diferença estatística significativa para os grupos controle Panavia 21 e RelyX Unicem.

Os grupos nos quais o sistema de fixação Panavia 21 foi empregado como agente cimentante apresentaram resultados intermediários, independente do tratamento aplicado à superfície de cerâmica.

Para facilitar a compreensão dos resultados, a tabela 5 foi dividida em duas outras tabelas de acordo com o cimento utilizado e esses resultados são mostrados nas tabelas 6 e 7 e nas figuras 15 e 16.

Tabela 6. Resultado do Teste de Variação Múltipla de Tukey para avaliação da resistência à micro-tração, empregando RelyX Unicem como agente de cimentação – tempo 72h.

Grupo Experimental	Média (MPa)	Desvio Padrão	$\alpha=0,05$
ApRU	28,53	2,03	A
NaApRU	23,31	2,08	AB
TaRU	18,16	0,34	B
TaApRU	17,53	1,63	B
RU	10,79	2,35	C
NaRU	10,49	1,17	C

Observando a tabela 6 verifica-se que quando Alloy Primer e RelyX Unicem foram empregados após tratamento da superfície com solução básica, não houve diferença estatística significativa entre ambas as soluções – NaOH e TBAH.

Por outro lado, o tratamento da superfície de cerâmica com solução básica TBAH resultou em média superior, com diferença estatística significativa, em relação ao grupo controle, RelyX Unicem somente. Entretanto, quando a solução básica NaOH foi aplicada na superfície da cerâmica, os valores de resistência de união foram os mais baixos, sem diferença estatística significativa em relação ao grupo controle (ver figura 15).

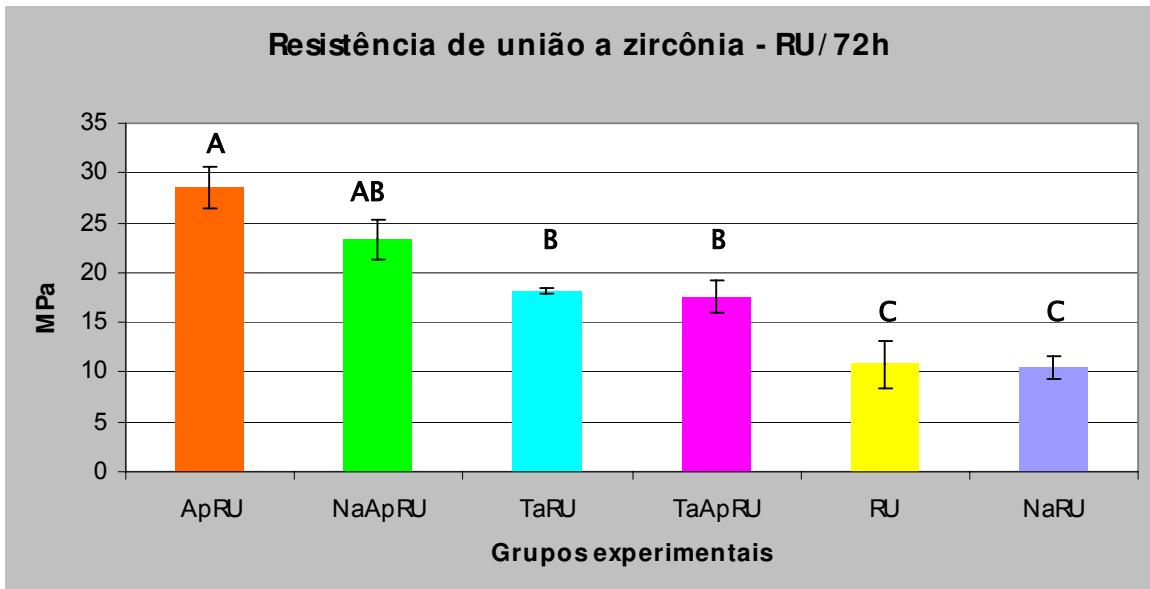


Figura 15. Resistência à micro-tração entre zircônia e compósito utilizando-se RelyX Unicem, no tempo 72h, evidenciando média e desvio padrão para os grupos experimentais.

Tabela 7. Resultado do Teste de Variação Múltipla de Tukey para avaliação da resistência à micro-tração, empregando Panavia 21 como agente de cimentação - tempo 72h.

Grupo Experimental	Média (MPa)	Desvio Padrão	$\alpha=0,05$
NaApPa	22,15	1,02	B
TaApPa	19,98	2,81	B
TaPa	19,98	5,25	B
NaPa	19,96	1,18	B
ApPa	19,92	2,48	B
Pa	17,16	0,60	B

Quando as amostras foram cimentadas com Panavia 21, a aplicação de solução básica NaOH ou TBAH, assim como o emprego de Alloy Primer, não resultou em diferença estatística significativa em relação ao grupo controle, isto é, sem tratamento prévio da cerâmica (ver figura 16).

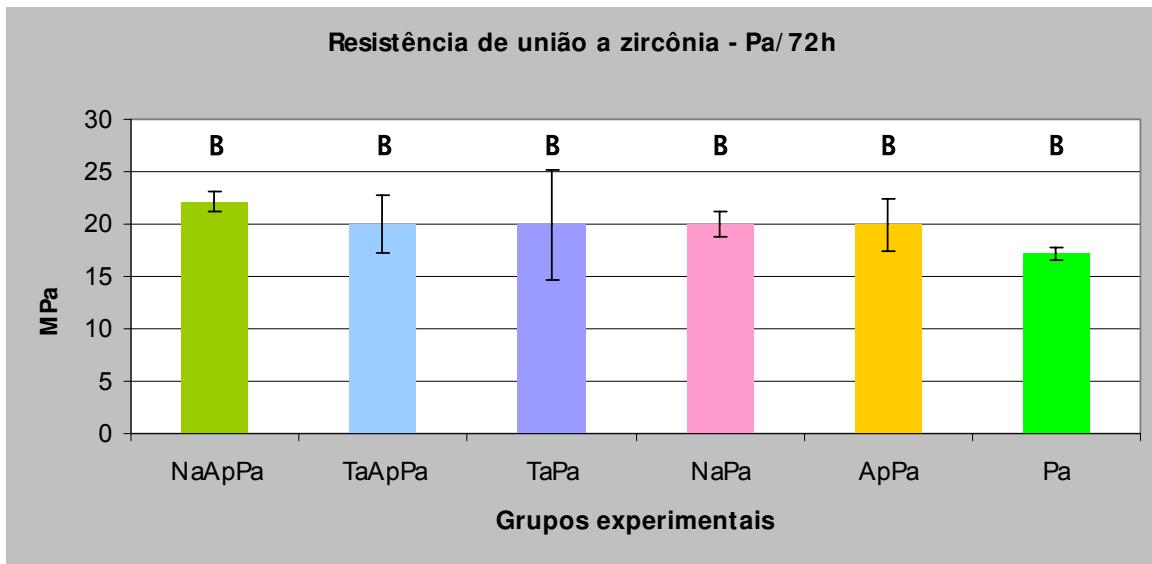


Figura 16. Gráfico da resistência à micro-tração entre zircônia e compósito utilizando-se Panavia 21, tempo 72h, evidenciando média e desvio padrão para os grupos experimentais.

5.2. Tempo 60 dias+termociclagem

Os dados obtidos no ensaio de resistência à tração para o tempo de 60 dias+termociclagem após a obtenção das amostras foram submetidos a Análise de Variância (Anexo 4), e a decomposição desta Análise é apresentada na Tabela 8.

Tabela 8. Decomposição da Análise de Variância para a variável resistência à micro-tração – tempo 60 dias+TC.

Causa de variação	GL	quadrados	Soma de médios	Quadrados	
				Valor F	valor-p
Cimento	1	2,112178	2,112178	0,15	0,7025
Solução	2	70,292006	35,146003	2,49	0,1045
Primer	1	1357,185600	1357,185600	95,98	<,0001
Cimento*Solução	2	723,641106	361,820553	25,59	<,0001
Cimento*Primer	1	99,533878	99,533878	7,04	0,0139
Solução*Primer	2	290,167917	145,083958	10,26	0,0006
Cimento*Solução*Primer	2	383,992372	191,996186	13,58	0,0001
Resíduo	24	339,350267	14,139594		
Total corrigido	35	3266,275322			
Coeficiente de determinação ...:		0,896105			
Coeficiente de variação		38,359180			

A observação da Tabela 8 mostra que na decomposição da ANOVA, também para o tempo 60dias+termociclagem, a interação tripla Cimento x Solução x Primer foi significativa ao nível de 5% de probabilidade. Para evidenciar este resultado, foi aplicado o teste de Variação Múltipla de Tukey, que é apresentado na Tabela 9.

Tabela 9. Resultado do Teste de Variação Múltipla de Tukey para a variável resistência à micro-tração - tempo 60dias+TC.

Grupo Experimental	Média (MPa)	Desvio Padrão	$\alpha=0,05$
ApRU	31,69	4,09	A
NaApPa	19,17	3,40	B
NaApRU	17,91	2,50	BC
TaApPa	16,00	1,10	BCD
TaPa	7,76	7,63	CDE
ApPa	6,94	1,51	CDE
NaPa	5,61	2,15	DE
TaApRU	3,94	3,84	E
TaRU	3,61	5,48	E
RU	2,85	4,05	E
Pa	1,88	2,72	E
NaRU	0,27	0,47	E

A comparação entre os grupos pelo Teste de Variação Múltipla de Tukey evidenciou que, assim como para o tempo 72 horas, a associação de Alloy Primer e RelyX Unicem resultou nos maiores valores de resistência de união, com diferença estatística significativa para os demais grupos experimentais. Entretanto, quando a superfície de cerâmica foi previamente tratada com solução básica TBAH, o emprego de Alloy Primer e RelyX Unicem resultou nos valores mais baixos de resistência à tração, sem diferença estatística significativa em relação aos grupos controle – RelyX Unicem e Panavia 21.

Para facilitar a compreensão dos resultados, a tabela 8 foi dividida em duas outras tabelas de acordo com o cimento utilizado, e esses resultados podem ser observados nas tabelas 10 e 11 e nas figuras 17 e 18.

Tabela 10. Resultado do Teste de Variação Múltipla de Tukey para avaliação da resistência à micro-tração empregando RelyX Unicem como agente de cimentação – tempo 60dias+TC.

Grupo Experimental	Média (MPa)	Desvio Padrão	$\alpha=0,05$
ApRU	31,69	4,09	A
NaApRU	17,91	2,50	B
TaApRU	3,94	3,84	C
TaRU	3,61	5,48	C
RU	2,85	4,05	C
NaRU	0,27	0,47	C

Observando a tabela, nota-se que os melhores valores de resistência de união foram encontrados quando Alloy Primer foi aplicado na superfície de cerâmica, isoladamente ou em associação à solução básica NaOH. Entretanto, a aplicação da solução básica TBAH previamente ao emprego de Alloy Primer (TaApRU) reduziu os valores de adesão, com diferença estatística significativa.

O grupo controle, RelyX Unicem, resultou nos valores mais baixos de resistência de união, e não diferiu dos grupos nos quais solução básica – NaOH e TBAH – foi aplicada antes dos procedimentos de cimentação (TaRU e NaRU).

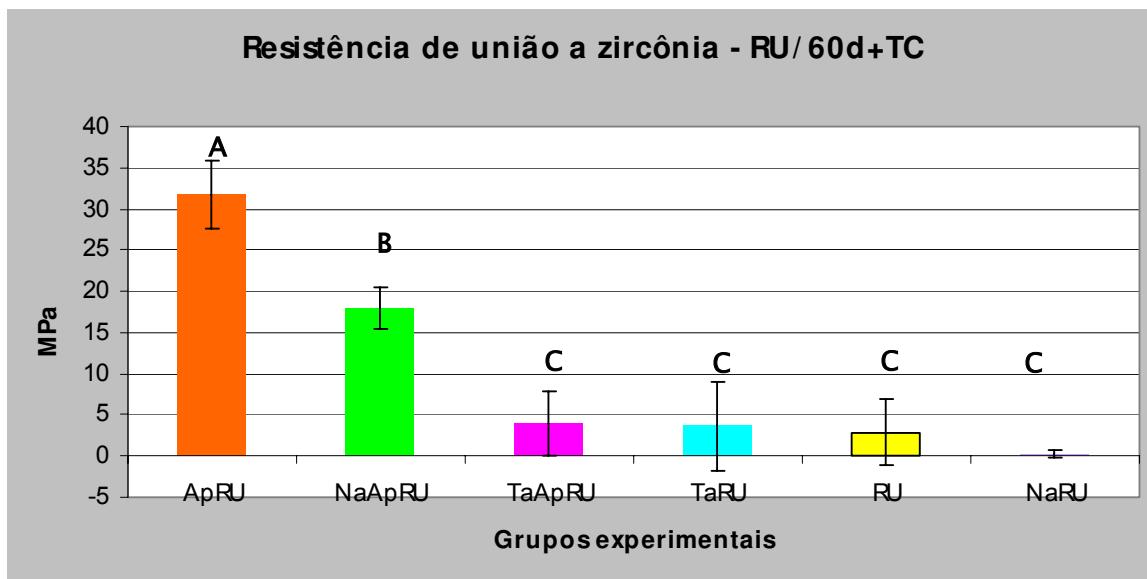


Figura 17. Resistência à micro-tração entre zircônia e compósito utilizando-se RelyX Unicem, tempo 60d+TC, evidenciando média e desvio padrão para os grupos experimentais.

Através da tabela 10 e da figura 17 pode-se observar que os grupos TaRU, RU e NaRU apresentaram valores de desvio padrão numericamente maiores que as médias de resistência. Este comportamento ocorreu devido ao grande número de amostras que falharam espontaneamente antes do ensaio de tração, provavelmente devido à degradação ocasionada pelo processo de envelhecimento.

Tabela 11. Resultado do Teste de Variação Múltipla de Tukey para avaliação da resistência à micro-tração empregando Panavia 21 como agente de cimentação, tempo 60d+TC.

Grupo Experimental	Média (MPa)	Desvio Padrão	$\alpha=0,05$
NaApPa	19,17	3,40	A
TaApPa	16,00	1,10	AB
TaPa	7,76	7,63	BC
ApPa	6,94	1,51	BC
NaPa	5,61	2,15	CD
Pa	1,88	2,72	D

A observação da tabela 11 torna evidente que a associação de ambas as soluções básicas – NaOH e TBAH – e Alloy Primer resultou nos melhores valores de resistência de união quando o agente de cimentação Panavia 21 foi empregado.

Os valores mais baixos de resistência de união foram apresentados pelo grupo controle, Panavia 21 somente, e pela associação de solução básica NaOH e cimento. Entretanto, não houve diferença estatística significativa entre ambas as soluções básicas, quando empregadas na ausência de Alloy Primer (NaPa e TaPa).

O emprego dos tratamentos solução básica TBAH e Alloy Primer associados (TaApPa) não apresentou diferença estatística significativa em relação aos grupos nos quais os tratamentos foram empregados isoladamente (TaPa e ApPa).

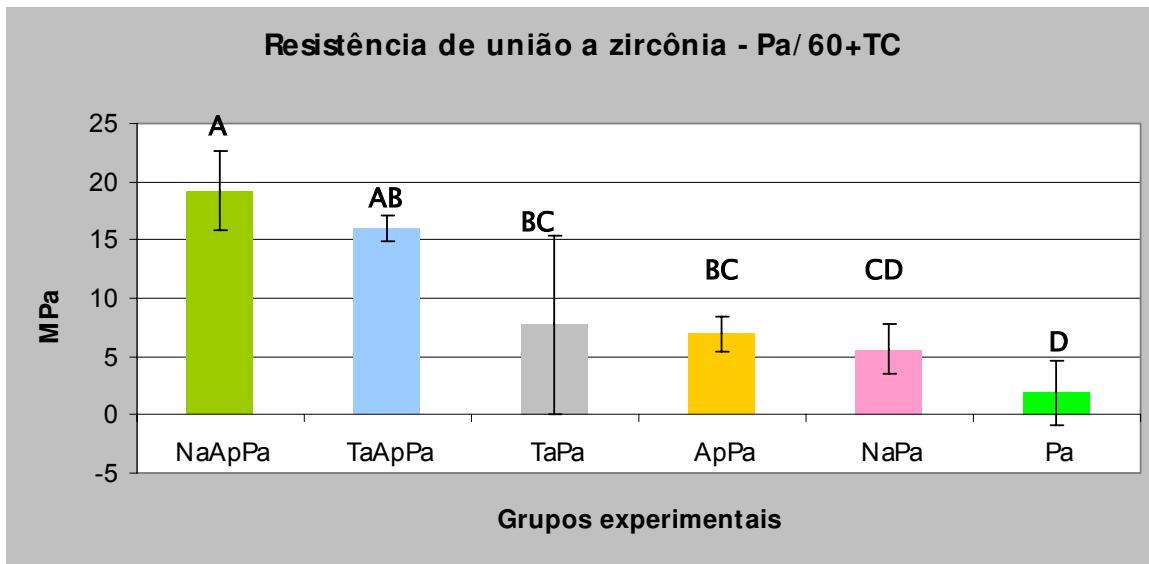


Figura 18. Resistência à micro-tração entre zircônia e compósito utilizando-se Panavia 21, tempo 60d+TC, evidenciando média e desvio padrão para os grupos experimentais.

Da mesma forma que para o cimento RelyX Unicem, a observação da tabela 11 e da figura 18 evidencia desvio padrão numericamente superior ao valor da média para o grupo experimental Panavia 21, comportamento causado pela falha espontânea das amostras antes da realização do ensaio de tração.

5.3. Padrão de fratura

O padrão de fratura foi classificado segundo o item 4.2.8. para ambos os tempos – 72 horas e 60dias+termociclagem – e a predominância dos padrões em cada grupo experimental pode ser observada nas tabelas 12 e 13 e nas figuras 19 e 20.

Tabela 12. Incidência dos padrões de fratura após o tempo de 72 horas.

Grupos	Tipo 2	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6
RU	0	37	0	8
ApRU	3	17	11	14
NaRU	0	43	0	2
TaRU	4	21	3	17
NaApRU	1	4	6	34
TaApRU	1	26	1	17
Pa	0	22	6	17
ApPa	0	7	11	27
NaPa	0	15	17	13
TaPa	1	17	3	24
NaAppa	0	6	11	28
TaApPa	0	0	0	45

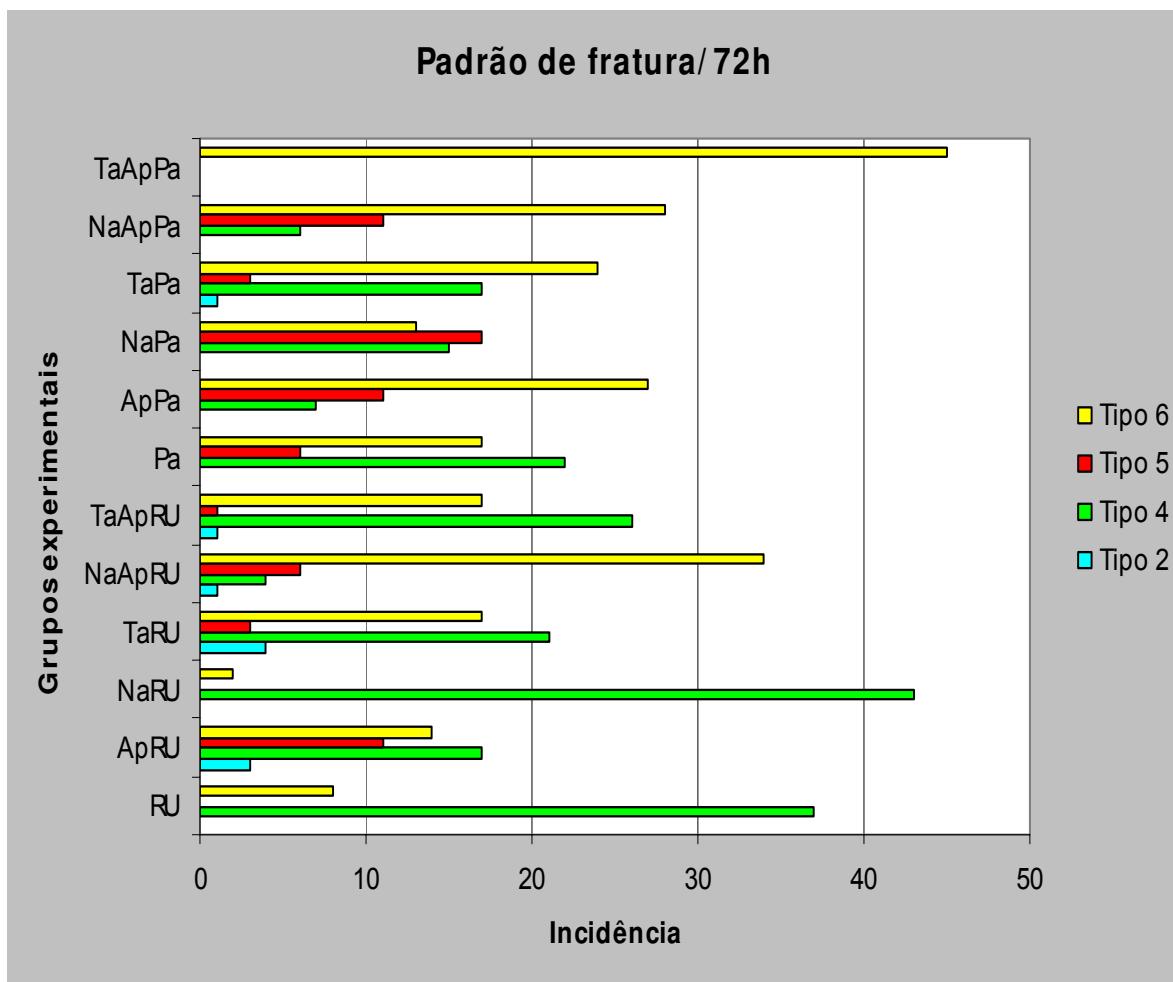


Figura 19. Padrão de fratura apresentado pelas amostras fraturadas pelo ensaio de tração testadas após 72h.

A tabela 12 e a figura 19 evidenciam os padrões de fratura que ocorreram nas amostras testadas após 72 horas da aplicação dos tratamentos, para todos os grupos experimentais. Os padrões de fratura encontrados com maior frequência foram Tipo 4 – adesiva entre cerâmica e cimento – e Tipo 6 – mista, sendo que o primeiro ocorreu com maior frequência nas amostras cimentadas com RelyX Unicem, e o segundo com maior frequência nas amostras cimentadas com Panavia 21. Todos os grupos, entretanto, apresentaram alguma incidência de padrão de fratura Tipo 6.

Tabela 13. Incidência dos padrões de fratura após o tempo de 60d+TC.

Grupos	Tipo 2	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6
RU	0	16	0	1
ApRU	25	1	3	16
NaRU	0	5	0	2
TaRU	0	9	0	8
NaApRU	0	15	1	29
TaApRU	3	16	3	10
Pa	0	12	3	7
ApPa	0	25	13	7
NaPa	0	24	9	12
TaPa	1	27	1	16
NaApPa	0	9	10	26
TaApPa	1	20	1	23

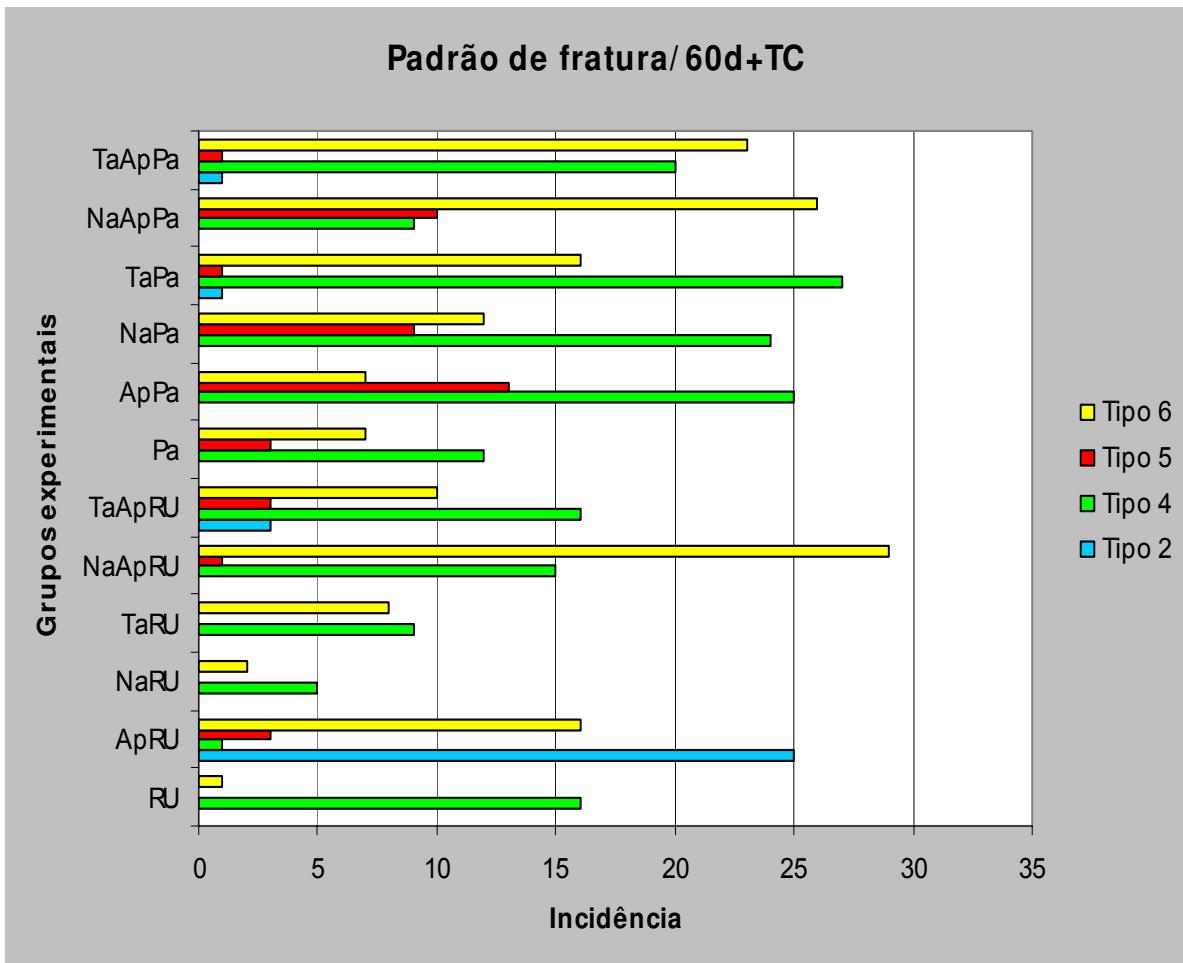


Figura 20. Padrão de fratura apresentado pelas amostras fraturadas pelo ensaio de tração testadas após 60d+TC.

Após o envelhecimento das amostras, através da armazenagem em água por 60 dias seguida de termociclagem, pode-se observar que os padrões de fratura predominantemente encontrados também foram Tipo 4 e Tipo 6. Ambos foram observados em todos os grupos experimentais, em maior ou menor frequência. O grupo ApRU foi o único a apresentar maior incidência de padrão de fratura Tipo 2, ou seja, coesiva em cimento.

Alguns dos padrões de fratura encontrados no experimento podem ser observados nas fotomicrografias apresentadas a seguir (Figuras 21, 22, 23).

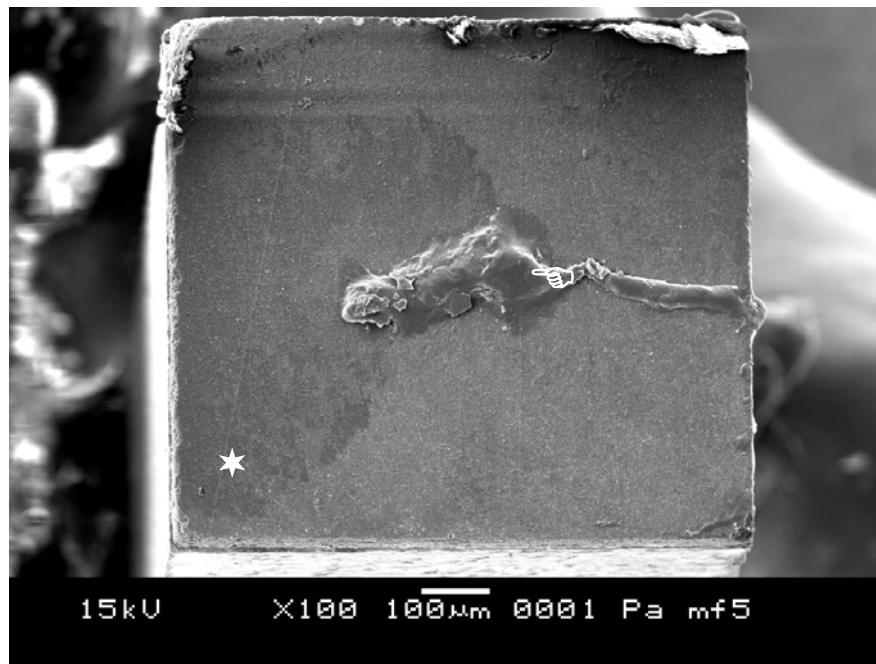


Figura 21. Fotomicrografia de superfície de cerâmica cimentada com Panavia 21 evidenciando falha adesiva na interface entre cimento e compósito: * cimento sobre a superfície de cerâmica; ↗ pequena região de falha coesiva no compósito.

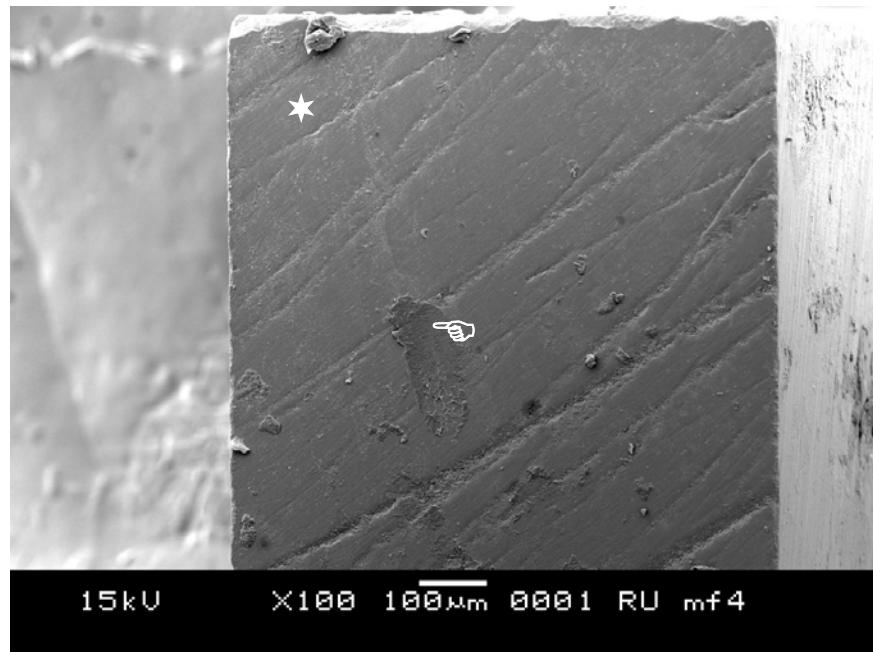


Figura 22. Fotomicrografia de superfície de cerâmica cimentada com RelyX Unicem evidenciando falha adesiva na interface entre cimento e cerâmica: * superfície de cerâmica livre de cimento; ↗ pequena região de falha coesiva no cimento.

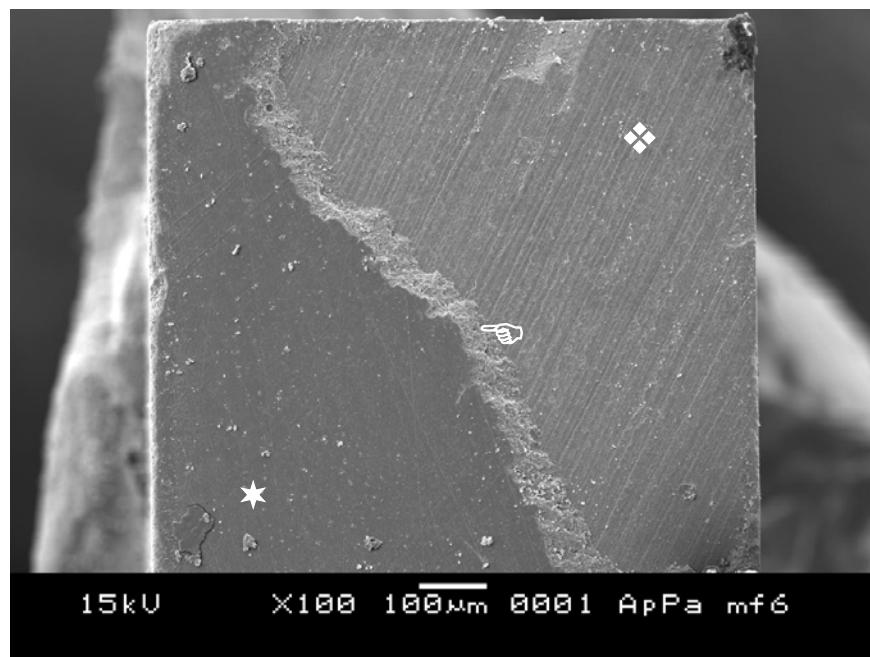


Figura 23. Fotomicrografia de superfície de compósito cimentada com Panavia evidenciando falha mista: ★ cimento que se desprendeu da superfície de cerâmica; → linha de falha coesiva no cimento; ◆ superfície de compósito livre de cimento.

6. DISCUSSÃO

O desenvolvimento de um material cerâmico de alta resistência para ser indicado como infra-estrutura em restaurações estéticas indiretas resultou no emprego de materiais com elevado conteúdo cristalino, como zircônia e alumina, para *coping* de restaurações indiretas em cerâmica pura. O uso de alumina (Al_2O_3), entretanto, tem sido questionado devido à possibilidade de propagação de trincas entre os cristais, o que reduz a resistência à fadiga e faz com que este material seja considerado uma cerâmica de resistência intermediária (Zhang *et al.*, 2004 – a). Por outro lado, dióxido de zircônio (ZrO_2), uma cerâmica de alta resistência, tem sido sugerido como material de eleição para substituir alumina por apresentar menor tamanho de cristais, o que dificulta a propagação de trincas e aumenta a longevidade do conjunto restaurador (Zhang *et al.*, 2004 – a; Zhang & Lawn, 2005). Este comportamento é importante porque, clinicamente, a coroa fica suportada por dentina e tende a flexionar quando em contato com o dente antagonista durante os esforços mastigatórios (Zhang & Lawn, 2005).

Para a união de zircônia à estrutura dental, inicialmente utilizou-se o procedimento considerado padrão para as cerâmicas odontológicas, ou seja, jateamento com óxido de alumínio, aplicação de silano e os procedimentos adesivos convencionais (Özcan & Vallittu, 2003). Entretanto, apesar de valores iniciais razoáveis de resistência à tração, as amostras falham espontaneamente após armazenagem em água e termociclagem (Kern & Wegner, 1998; Wegner & Kern, 2000). Adicionalmente, o estudo feito por Zhang *et al.* (2004 – b) evidenciou que o jateamento com óxido de alumínio por 5 segundos reduz a resistência da zircônia em cerca de 25% quando sob carregamento cíclico, devido à geração de microtrincas que resultam em falha precoce do material.

Devido às diferenças na composição e propriedades físicas entre zircônia e cerâmicas à base de sílica, Blatz *et al.* (2003) afirmaram que técnicas alternativas de união deveriam ser avaliadas para materiais com elevado conteúdo cristalino. Para tanto, o substrato empregado tem sido compósito odontológico (Kern & Wegner, 1998; Della Bona *et al.*,

2003; Piwowarczyk *et al.*, 2005), comumente utilizado em restaurações diretas, por apresentar algumas propriedades semelhantes às da dentina, tais como módulo de elasticidade e dureza (Lawn *et al.*, 2001). Além disso, a utilização desse substrato permite a padronização dos procedimentos, favorecendo a comparação entre resultados obtidos em diferentes estudos.

A cerâmica empregada neste estudo – Lava Frame – consiste em óxido de zircônio em uma estrutura policristalina tetragonal parcialmente estabilizada com Ytrio (97% ZrO_2 e 3% Y_2O_3). Pelas razões citadas anteriormente, a técnica de cimentação de peças protéticas quando se utiliza este material cerâmico fica limitada. Entretanto, para a realização deste estudo, antes da avaliação de métodos alternativos que pudessem resultar em algum aumento da resistência de união, tratamentos convencionais foram avaliados durante a fase piloto.

Com o objetivo de se promover rugosidade superficial, algumas amostras em zircônia foram tratadas com jateamento com óxido de alumínio por 10 segundos. Adicionalmente, dois grupos receberam ou tratamento triboquímico, que inclui jateamento com óxido de alumínio seguido de jateamento com partículas do mesmo óxido modificadas por sílica, ou jateamento com partículas de vidro (“glass beads”), ambos os tratamentos objetivaram a impregnação de sílica na superfície da cerâmica. Todas as amostras foram tratadas com agente silano previamente aos procedimentos adesivos com cimento à base de Bis-GMA (Bisfenol glicidil metacrilato – Variolink II – Ivoclar) ou MDP (Panavia 21). Os testes foram realizados da mesma maneira descrita para este estudo. Os valores de resistência de união indicaram que nenhum dos grupos que se basearam em rugosidade superficial ou aplicação de sílica apresentou resistência de união superior a 6MPa, e os valores mais baixos foram apresentados pelos grupos tratados com jateamento com óxido de alumínio, em torno de 4MPa. Todas as amostras se desprenderam durante a fase de envelhecimento, indicando a ineficácia de tratamentos mecânicos para a criação de microretenções ou para a modificação química da

superfície de zircônia e, por esta razão, esses tratamentos não foram incluídos no estudo.

A dificuldade em modificar a superfície das cerâmicas de elevado conteúdo cristalino resultou na avaliação de técnicas alternativas que sugerem o emprego de materiais que apresentam monômero 10-metacriloiloxidecil di-hidrogênio fosfato (MDP) em sua composição (Wegner & Kern, 2000), porque este monômero ativo é recomendado para adesão a metais não-preciosos. Quando o MDP é usado na união a cerâmicas à base de zircônia e alumina (Al_2O_3) os resultados sugerem que o mesmo se liga à camada de óxidos presente na superfície destas cerâmicas (Kern & Wegner, 1998; Wegner & Kern, 2000; Hummel & Kern, 2004). Por isso, tanto resultados iniciais como a avaliação da longevidade da união mostram valores superiores aos apresentados por agentes cimentantes à base de Bis-GMA. Entretanto, os estudos citados avaliaram a resistência da união após jateamento da cerâmica com óxido de alumínio. Desta maneira, neste estudo, o efeito de materiais contendo MDP – cimento Panavia 21 e *primer* para metal, Alloy Primer – foi avaliado em superfícies de cerâmica sem nenhum tipo de tratamento mecânico ou “triboquímico”.

Todavia, pode ser que outros monômeros fosfatados ou a combinação de diferentes monômeros ao MDP otimizem os valores de resistência de união à zircônia. Por essa razão, um agente cimentante contendo monômero fosfatado éster fosfórico metacrilato, RelyX Unicem, foi avaliado.

Outro aspecto importante é que o pH dos sistemas de fixação empregados é bastante baixo, menor que 2 para o RelyX Unicem (De Munck *et al.*, 2004) e de 3 para o Alloy Primer. Estes materiais, de característica acídica, quando em contato com a superfície de cerâmica, passam por uma reação ácido-base que resulta no processo de adesão. Portanto, a aplicação prévia de uma base favoreceria a disponibilidade de íons oxigênio na superfície da mesma, aumentando sua reatividade e, consequentemente, potencializando a reação ácido-base. Assim, para este estudo, duas soluções básicas fortes foram selecionadas: o hidróxido de

sódio (NaOH) que é uma base inorgânica forte e se ioniza completamente em íons hidroxila (OH^-) e um ácido conjugado (Na^+), e o hidróxido de tetrabutilâmônio (TBAH), que é uma base orgânica também forte e, portanto, contém carbono em sua composição ($\text{C}_{16}\text{H}_{37}\text{NO}$) e se dissocia facilmente, sendo tratada industrialmente como uma solução alcalina cáustica (informação do fabricante em suas instruções de procedimento operatório padrão – *SOP*).

Os resultados do Teste de Variação Múltipla de Tukey para avaliação da resistência à micro-tração após o tempo de 72 horas evidenciaram que a associação do Alloy Primer com RelyX Unicem resultou na maior média de resistência de união. Após envelhecimento das amostras, este grupo também apresentou média superior, com diferença estatística significativa, aos demais grupos experimentais. Considerando a composição do cimento e do *primer* pode-se especular que houve união efetiva entre o grupamento acídico (ácido fosfórico) do MDP (Anexo 5) e a camada de óxidos da zircônia. Adicionalmente, a ligação dupla de carbono, que tende a se unir a monômeros resinosos, parece ter grande afinidade pelo éster fosfórico metacrilato presente no RelyX Unicem, o que resultou não só em elevados valores de união, mas promoveu a manutenção destes valores após armazenagem em água e termociclagem.

O grupo ApRU apresentou resultados superiores ao grupo controle, RelyX Unicem, em ambos os tempos avaliados, o que mostra que o monômero éster fosfórico metacrilato não se une quimicamente à zircônia com o mesmo potencial do MDP.

Para o cimento Panavia 21, a presença ou não de Alloy Primer não alterou os resultados de resistência de união para o tempo de 72 horas. Este comportamento provavelmente reflete a presença de MDP na composição do cimento também, ou seja, possivelmente existe um nível de saturação para o monômero, a partir do qual a união química com a camada de óxidos não é mais viável. Esperava-se que ao menos o aumento da molhabilidade da cerâmica, gerado pela aplicação do *primer*, causasse efeito significativo sobre os valores de adesão, mas nenhuma diferença estatística foi observada nos valores iniciais para o grupo ApPa.

Após o envelhecimento das amostras o grupo ApPa apresentou maiores valores de resistência de união, com diferença estatística significativa em relação ao grupo controle (Pa), no qual diversas amostras falharam durante os procedimentos de termociclagem, e as que restaram apresentaram predominância de padrão de fratura adesiva na cerâmica. No estudo feito por Wegner & Kern (2000), a resistência à tração entre zircônia e Panavia não diminuiu após termociclagem correspondente a dois anos de armazenagem, em amostras tratadas inicialmente com jateamento com óxido de alumínio. De maneira diferente, neste estudo, as amostras foram armazenadas na forma de palitos, o que aumentou o perímetro da interface adesiva em contato com a água em relação à área não exposta, aumentando a possibilidade de falha devido à difusão da água. Adicionalmente, assim como quando da aplicação de agente silano (Blatz *et al.*, 2003; Hummel & Kern, 2004), a aplicação de um *primer* à superfície de cerâmica aumenta sua energia de superfície através do aumento da molhabilidade, favorecendo o escoamento do cimento e a interação química entre cimento e cerâmica. Pode ser que o cimento, de elevada viscosidade, não tenha apresentado escoamento suficiente para se unir quimicamente à cerâmica e minimizar a difusão da água para o interior da interface adesiva, o que permitiu a degradação da união. No grupo ApPa, o aumento da molhabilidade da cerâmica pode ter diminuído o ângulo de contato entre cimento e cerâmica, reduzindo a possibilidade de difusão da água e minimizando os efeitos do envelhecimento em relação ao controle. A elevada incidência de fratura na interface cimento/compósito em relação aos outros grupos confirma esta hipótese.

O *primer* empregado neste estudo - Alloy Primer - foi desenvolvido especificamente para adesão a metais preciosos e não preciosos. Dois monômeros ativos estão presentes em sua composição: MDP, que se une a metais não preciosos; e VBATDT (6-(4- vinilbenzil-n-propil) amino-1,3,5- trizaino-2,4 ditiol), que se une a metais preciosos (informações do fabricante - Anexo 5). Portanto, o desempenho deste material, quando aplicado à superfície de cerâmica, é limitado. O estudo das propriedades do material a que se planeja aderir e o desenvolvimento

de um *primer* específico para este fim poderia resultar em uma resistência de união ainda mais elevada e estável, o que favoreceria o sucesso clínico de restaurações indiretas com *coping* de elevado conteúdo cristalino e alta resistência, sem a presença de microtrincas oriundas de tratamentos mecânicos, e com elevada resistência de união ao sistema de fixação.

Quando solução básica NaOH foi aplicada previamente à superfície da cerâmica, no tempo de 72 horas, observou-se que para o cimento RelyX Unicem a associação do *primer* foi similar ao grupo no qual o *primer* foi aplicado sem tratamento básico. O tratamento com NaOH também não alterou a média de resistência de união em relação ao grupo controle, sem nenhum tipo de tratamento. Por outro lado, a aplicação da solução TBAH associada ao *primer* reduziu a média de resistência de união, com diferença estatística significativa, em relação à aplicação do *primer* somente.

Segundo Castro *et al.* (2004), a natureza química de um composto inclui a densidade de elétrons dos grupamentos químicos superficiais – basicamente hidroxilas para óxidos – e a quantidade relativa destes grupos. Portanto, modificações da superfície, como mudanças no número de hidroxilas, alterariam o ponto isoelettrico modificando o comportamento do material. Assim sendo, esperava-se que o tratamento básico aumentasse a concentração de íons negativos (O^{2-}) na superfície de zircônia e, quando da aplicação do *primer* ou do cimento somente, de característica acídica, carregado portanto eletroliticamente com íons positivos (H^+), a reação ácido-base fosse potencializada, resultando em valores máximos de resistência de união. Entretanto, este comportamento não foi observado para nenhuma das soluções. A redução dos valores de adesão quando a base orgânica foi aplicada parece estar relacionada à presença de carbono (C^{+3}) que pode ter se ligado aos óxidos carregados negativamente reduzindo a disponibilidade de óxidos para a ocorrência de reação ácido-base com o monômero MDP. A queda acentuada dos valores de adesão para este grupo após o envelhecimento das amostras, enquanto os outros dois grupos mantiveram-se com valores numericamente similares, indica que realmente houve alguma interferência dos

grupamentos carbono na interação *primer*/RelyX Unicem e dióxido de zircônio.

De maneira similar, a despeito dos resultados esperados, nenhum dos tratamentos básicos resultou em aumento nos valores iniciais de resistência de união quando o cimento Panavia 21 foi empregado, nem mesmo quando associados à aplicação do *primer*. Entretanto, após o envelhecimento das amostras, a associação do tratamento prévio da superfície de cerâmica com solução básica e *primer* resultou nos maiores valores de resistência de união, sem diferença estatística significativa entre ambas as soluções. Como discutido previamente, a aplicação de solução básica, por si só, também aumenta o molhamento da superfície de cerâmica. Este efeito, associado à aplicação do *primer*, pode ter diminuído o ângulo de contato entre cimento e cerâmica. Desta maneira, a infiltração de água através da interface adesiva nas amostras foi reduzida, minimizando a degradação hidrolítica e, consequentemente, favorecendo a manutenção dos valores de resistência de união. Esta menor degradação hidrolítica na interface pode ser observada através da análise dos padrões de fratura. Para ambos os grupos, a incidência maior foi de fratura do tipo mista, ou seja, adesiva em ambas as interfaces, cerâmica e compósito, evidenciando boa união entre cimento e cerâmica.

Ainda para o cimento RelyX Unicem, o tratamento com solução básica TBAH resultou em valor maior de resistência de união, com diferença estatística significativa, em relação ao grupo controle e ao tratamento com solução NaOH, no tempo inicial. Durante armazenagem e termociclagem, entretanto, muitas amostras falharam espontaneamente, e não houve diferença estatística significativa entre o grupo no qual solução básica TBAH foi aplicada e os grupos controle e tratamento com NaOH. Possivelmente, os grupamentos carbono, que parecem ter se associado à camada de óxidos e interferiram na associação entre MDP e a superfície, podem ter potencializado a reação do monômero éster fosfórico metacrilato com o dióxido de zircônio. Entretanto, a ligação desses íons carbono parece ter sido fraca e, portanto, sujeita à degradação, o que promoveu a falha prematura de muitos corpos-de-prova e resultou em

desvio padrão maior que a média para este grupo após envelhecimento. Para evidenciação deste efeito, seria interessante se analisar onde o carbono ficou verdadeiramente unido, ou seja, se o elo fraco da adesão se deu entre as moléculas de carbono e o dióxido de zircônio ou se ele ocorreu entre o carbono firmemente ligado à estrutura de cerâmica e o cimento. O conhecimento deste processo permitiria sua otimização, com possível aumento da longevidade clínica. Esta análise, entretanto, é muito específica e precisa ser feita imediatamente, sem contaminação das amostras, dificultando sua execução.

Neste estudo, o maior valor de resistência de união foi apresentado pela associação *primer* e RelyX Unicem. Este valor é superior ao apresentado quando RelyX Unicem foi colocado sobre esmalte humano e o teste de micro-tração foi aplicado, cerca de 19,6 MPa (De Munck *et al.*, 2004). A comparação dos resultados poderia indicar que, clinicamente, o elo fraco da adesão se localize entre cimento e estrutura dental, e não entre cimento e infra-estrutura cerâmica, quando esta técnica de cimentação é empregada. Quando se observa a figura 20, nota-se que o padrão de fratura predominante para este grupo após o envelhecimento é do tipo 2, ou seja, coesiva em cimento. Isto indica que, ao contrário da degradação hidrolítica da interface adesiva, o que ocorreu foi a degradação do sistema de fixação, isto é, do cimento. Pode ser que se esta degradação não tivesse ocorrido e o padrão de fratura predominante fosse tipo 4, os valores de adesão seriam ainda maiores após o envelhecimento.

Considerando os resultados obtidos neste estudo, pode-se afirmar que a adesão entre uma infra-estrutura de elevado conteúdo cristalino à base de zircônia e sistema de cimentação pode ser melhorada quando um *primer* para metal é aplicado previamente, dependendo do sistema de fixação a ser utilizado. Este tratamento também pode favorecer a longevidade clínica do conjunto restaurador, devido à manutenção dos valores de união.

7. CONCLUSÕES

Baseando-se na metodologia empregada neste estudo e nos resultados encontrados, pôde-se concluir que:

1. A aplicação de um *primer* para metal aumentou os valores de resistência de união entre cerâmica de alto conteúdo cristalino e cimento, em ambos os tempos avaliados, quando o cimento empregado foi o RelyX Unicem.
2. Quando o cimento Panavia 21 foi empregado, não houve diferença estatística significativa entre os grupos avaliados no tempo inicial, independente do tratamento aplicado sobre a superfície de cerâmica.
3. O grupo controle RelyX Unicem apresentou os valores mais baixos de resistência de união, em ambos os tempos avaliados. A aplicação prévia de solução básica de hidróxido de sódio não aumentou os valores de união em relação ao controle, RelyX Unicem, em ambos os tempos avaliados.
4. Quando o cimento Panavia 21 foi empregado, a associação de solução básica e *primer* para metal resultou nos maiores valores de resistência de união após o período de envelhecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

*De acordo com as normas da UNICAMP/FOP para referências bibliográficas, baseadas no modelo de Vancouver.

1. Andersson M, Odén A. A new ceramic crown: a dense-sintered, high-purity alumina coping with porcelain. Acta Odontol Scand 1993;51:59-64.
2. Blatz M B, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. J Prosthet Dent. 2003; 89(3):268-74.
3. Borges G A, A M Sophr, de Goes MF, Sobrinho LC, Chan DCN. Effect of etching and airborne particle abrasion on the microstructure of different dental ceramics. J Prosthet Dent. 2003; 89(5): 479-88.
4. Bowen RL. Properties of silica-reinforced polymer for dental restorations. J Am Dent Assoc. 1963; 66:57-64.
5. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res. 1955;34(6): 849-53.
6. Castro RHR, Murad BBS, Gouvêa D. Influence of the acid-basic character of oxide surfaces in dispersants effectiveness. Ceram Internat. 2004;30: 2215-21.
7. Craig RG. Restorative Dental Materials. Saint Louis: Mosby-Year Book Inc.; 1997.
8. Della Bona A, Anusavice KJ, Mecholsky Jr, JJ. Failure analysis of resin composite bonded to ceramic. Dental Mater 2003;19:693-99.
9. Della Bona A, Shen C, Anusavice KJ. Work of adhesion of resin on

- treated lithia disilicate-based ceramic. Dent Mater 2004;20(4): 338-44.
10. De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek BV. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. Dent Mater 2004;20:963-71.
 11. Dérand P, Dérand T. Bond strength of luting cements to zirconium oxide ceramics. Int J Prosthodont 2000;13(2): 131-5.
 12. Hummel M, Kern M. Durability of the resin bond strength to the alumina ceramic Procera. Dent Mater 2004;20:498-508.
 13. Jardel V, Degrange M, Picard B, Derrien G. Correlation of topography to bond strength of etched ceramic. Int J Prosthodont 1999;12(1): 59-64.
 14. Jones DW. Development of dental ceramics. An historical perspective. Dent Clin North Am 1985;29(4): 621-44.
 15. Kern M, Wegner SM. Bonding to zirconia ceramic: adhesion methods and their durability. Dent Mater 1998;14:64-71.
 16. Kitajima E, Leite B. *Curso Introdutório de Microscopia Eletrônica de Varredura*. Piracicaba:NAP/MEPA, Esalq USP, 1999. 46 p.
 17. Lawn BR, Deng YB, Thompson VP. Use of contact testing in the characterization and design of all-ceramic crownlike layer structures: a review. J Prosthet Dent 2001;86(5):495-510.
 18. McLean JW, Hughes TH. The reinforcement of dental porcelain with ceramic oxides. Br Dent J 1965;119(6): 251-67.

19. Oh WS, Shen C. Effect of surface topography on the bond strength of a composite to three different types of ceramic. *J Prosthet Dent* 2003;90(3): 241–6.
20. Özcan M, Vallittu PK. Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. *Dent Mater* 2003;19(8): 725–31.
21. Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials* 1999;20(1): 1–25.
22. Piwowarczyk A, Lauer HC, Sorensen JA. The shear bond strength between luting cements and zirconia ceramics after two pre-treatments. *Operative Dent* 2005;30(3):382–8.
23. Reis A, Bauer JRO, Loguercio AD. Influence of crosshead speed on resin–dentin microtensile bond strength. *J Adhes Dent* 2004;6(4):275–78.
24. Söderholm KJ, Shang SW. Molecular orientation of silane at the surface of colloidal silica. *J Dent Res* 1993;72(6): 1050–4.
25. Tinschert J, Zwez D, Anusavice KJ. Structural reliability of alumina-, feldspar-, leucite-, mica- and zirconia-based ceramics. *J Dent* 2000;28(7): 529–35.
26. Wegner SM, Kern M. Long-term resin bond strength to zirconia ceramic. *J Adhesive Dent* 2000;2(2):139–147.
27. Yoshida K, Yamashita M, Atsuta M. Zirconate coupling agent for bonding resin luting cement to pure zirconium. *Am J Dent* 2004;17:249–52.

28. Zhang Y, Pajares A, Lawn BR. Fatigue and damage tolerance of Y-TZP ceramics in layered biomechanical systems. J Biomed Mater Res B Appl Biomater 2004;71B(1): 166–71. a
29. Zhang Y, Lawn BR, Rekow ED, Thompson VP. Effect of sandblasting on the long-term performance of dental ceramics. J Biomed Mater Res B Appl Biomater 2004;71B(2): 381–6.b
30. Zhang Y, Lawn BR. Fatigue sensitivity of Y-TZP to microscale sharp-contact flaws. J Biomed Mater Res B Appl Biomater 2005;72B:388–92.

ANEXOS

Anexo 1. Tabelas dos valores iniciais (tempo 72h) de resistência à tração entre sistema de fixação e cerâmica submetida a diferentes tratamentos.

Grupo RelyX Unicem / amostra 1

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,86	0,80	0,69	1,01	1,47	14,40
2	4	0,82	0,84	0,69	0,94	1,36	13,39
3	4	0,80	0,85	0,68	0,67	0,99	9,67
4	4	0,76	0,86	0,65	0,81	1,24	12,16
5	4	0,77	0,78	0,60	0,79	1,32	12,90
6	4	0,77	0,80	0,62	0,68	1,10	10,83
7	4	0,80	0,87	0,70	0,66	0,95	9,30
8	4	0,77	0,80	0,62	0,65	1,06	10,35
9	4	0,75	0,80	0,60	0,68	1,13	11,12
10	4	0,80	0,84	0,67	0,97	1,44	14,16
11	4	0,81	0,82	0,66	0,79	1,19	11,67
12	4	0,80	0,81	0,65	0,82	1,27	12,41
13	4	0,80	0,82	0,66	0,78	1,19	11,66
14	4	0,74	0,75	0,56	0,64	1,15	11,31
15	4	0,85	0,82	0,70	0,80	1,15	11,26
MÉDIA		0,79	0,82	0,49	0,78	1,20	11,77

Grupo RelyX Unicem / amostra 2

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,91	1,06	0,96	0,72	0,75	7,32
2	4	0,83	0,85	0,71	0,90	1,28	12,51
3	4	0,84	0,87	0,73	0,77	1,05	10,34
4	4	0,86	0,90	0,77	0,92	1,19	11,66
5	4	0,83	0,91	0,76	0,74	0,98	9,61
6	4	0,89	0,88	0,78	1,00	1,28	12,53
7	4	0,90	0,82	0,74	0,77	1,04	10,24
8	6	0,89	0,85	0,76	0,92	1,22	11,93
9	6	0,94	0,84	0,79	0,72	0,91	8,95
10	4	0,85	0,74	0,63	1,72	2,73	26,83
11	4	0,80	0,89	0,71	0,74	1,04	10,20
12	6	0,88	0,89	0,78	0,70	0,89	8,77
13	4	0,90	0,86	0,77	1,08	1,40	13,69
14	6	0,83	0,83	0,69	1,46	2,12	20,79
15		0,81	1,04	0,84	1,03	1,22	11,99

MÉDIA		0,86	0,88	0,57	0,95	1,27	12,49
--------------	--	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	--------------

Grupo RelyX Unicem / amostra 3

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,93	0,95	0,88	0,59	0,67	6,55
2	6	0,90	0,95	0,86	0,44	0,51	5,05
3	6	0,80	0,94	0,75	0,36	0,48	4,70
4	4	0,94	0,92	0,86	0,61	0,71	6,92
5	4	0,90	0,94	0,85	0,77	0,91	8,93
6	4	0,83	0,98	0,81	0,36	0,44	4,34
7	6	0,94	0,98	0,92	0,98	1,06	10,44
8	4	0,83	0,96	0,80	0,51	0,64	6,28
9	4	0,95	0,94	0,89	1,00	1,12	10,99
10	6	0,82	0,94	0,77	0,58	0,75	7,38
11	4	0,77	0,85	0,65	0,69	1,05	10,34
12	4	1,02	0,81	0,83	0,61	0,74	7,24
13	4	0,84	0,87	0,73	0,69	0,94	9,26
14	4	0,75	0,80	0,60	0,58	0,97	9,48
15	4	0,78	0,76	0,59	0,82	1,38	13,57
MÉDIA		0,87	0,91	0,59	0,64	0,83	8,10

Grupo Alloy Primer+RelyX Unicem /amostra 1

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	6	0,84	0,85	0,71	1,87	2,62	25,69
2	6	0,99	0,81	0,80	1,61	2,01	19,70
3	5	0,89	0,85	0,76	1,24	1,64	16,08
4	5	0,83	0,95	0,79	2,64	3,35	32,85
5	5	0,75	0,79	0,59	1,43	2,41	23,68
6	5	0,84	0,94	0,79	2,55	3,23	31,68
7	2	0,78	0,78	0,61	2,64	4,34	42,57
8	2	0,70	0,75	0,53	1,62	3,09	30,27
9	2	0,80	0,85	0,68	1,84	2,71	26,54
10	6	0,82	0,72	0,59	2,35	3,98	39,05
11	5	0,80	0,71	0,57	1,67	2,94	28,84
12	5	0,70	0,74	0,52	1,67	3,22	31,63
13	5	0,68	0,79	0,54	1,87	3,48	34,15
14	6	0,71	0,86	0,61	2,26	3,70	36,31
15	6	0,73	0,80	0,58	1,35	2,31	22,68
MÉDIA		0,79	0,81	0,64	1,91	3,00	29,45

Grupo Alloy Primer+RelyX Unicem /amostra 2

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,81	0,85	0,69	1,87	2,72	26,64
2	4	0,76	0,95	0,72	2,22	3,07	30,16
3	4	0,85	0,93	0,79	1,97	2,49	24,45
4	6	0,93	0,86	0,80	2,00	2,50	24,53
5	4	0,96	0,88	0,84	2,34	2,77	27,17
6	4	0,87	0,89	0,77	1,97	2,54	24,96
7	4	0,86	0,67	0,58	2,14	3,71	36,43
8	4	1,02	0,90	0,92	2,35	2,56	25,11
9	4	0,86	0,80	0,69	1,77	2,57	25,24
10	4	0,82	0,86	0,71	1,95	2,77	27,13
11	4	0,85	0,93	0,79	2,03	2,57	25,19
12	4	0,85	0,90	0,77	1,88	2,46	24,11
13	6	0,86	0,95	0,82	2,06	2,52	24,74
14	4	0,90	0,85	0,77	1,80	2,35	23,08
15	6	0,87	0,95	0,83	2,03	2,46	24,09
MÉDIA		0,87	0,88	0,76	2,03	2,67	26,20

Grupo Alloy Primer+RelyX Unicem /amostra 3

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,90	0,95	0,86	3,05	3,57	34,99
2	4	0,85	0,99	0,84	2,58	3,07	30,08
3	4	0,90	0,90	0,81	3,03	3,74	36,70
4	5	0,72	0,91	0,66	2,57	3,92	38,48
5	5	0,75	0,80	0,60	1,82	3,03	29,76
6	6	0,82	0,89	0,73	2,63	3,60	35,35
7	6	0,85	0,89	0,76	1,93	2,55	25,03
8	6	0,86	0,77	0,66	2,00	3,02	29,63
9	4	0,80	0,76	0,61	1,80	2,96	29,04
10	5	0,83	0,87	0,72	1,88	2,60	25,54
11	6	0,81	0,89	0,72	1,74	2,41	23,68
12	6	0,73	0,85	0,62	1,70	2,74	26,88
13	5	0,87	0,89	0,77	2,42	3,13	30,66
14	6	0,89	0,91	0,81	2,30	2,84	27,86
15	4	0,78	0,81	0,63	1,64	2,60	25,46
MÉDIA		0,82	0,87	0,54	2,21	3,05	29,94

Grupo NaOH+RelyX Unicem / amostra 1

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,81	0,81	0,66	0,74	1,13	11,06
2	4	0,86	0,85	0,73	0,76	1,04	10,20
3	4	0,87	0,89	0,77	0,61	0,79	7,73
4	4	0,88	0,99	0,87	0,90	1,03	10,13
5	4	0,88	0,81	0,71	0,61	0,86	8,40
6	4	0,86	0,87	0,75	0,79	1,06	10,36
7	4	0,95	0,86	0,82	0,84	1,03	10,09
8	4	0,90	0,94	0,85	0,61	0,72	7,07
9	4	0,86	0,88	0,76	0,55	0,73	7,13
10	4	0,84	1,00	0,84	0,86	1,02	10,04
11	4	0,97	0,95	0,92	0,80	0,87	8,52
12	4	1,01	0,87	0,88	0,81	0,92	9,04
13	4	0,95	0,86	0,82	0,77	0,94	9,25
14	4	0,87	0,88	0,77	0,78	1,02	9,99
15	4	0,86	0,88	0,76	0,69	0,91	8,94
MÉDIA		0,89	0,89	0,59	0,74	0,94	9,20

Grupo NaOH+RelyX Unicem / amostra 2

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,86	1,06	0,91	1,07	1,17	11,51
2	4	0,86	0,92	0,79	0,65	0,82	8,06
3	4	0,97	0,81	0,79	0,72	0,92	8,99
4	4	0,96	0,93	0,89	1,01	1,13	11,10
5	4	1,02	0,89	0,91	0,69	0,76	7,46
6	4	0,83	0,87	0,72	0,91	1,26	12,36
7	4	1,06	0,86	0,91	1,40	1,54	15,07
8	4	0,87	1,02	0,89	1,24	1,40	13,71
9	4	0,92	1,01	0,93	1,05	1,13	11,09
10	4	0,93	1,00	0,93	0,66	0,71	6,95
11	4	0,91	1,06	0,96	1,09	1,13	11,09
12	4	0,83	0,81	0,67	0,74	1,10	10,80
13	4	1,03	0,81	0,83	0,92	1,10	10,82
14	4	0,92	0,86	0,79	0,93	1,18	11,53
15	4	0,76	0,82	0,62	0,73	1,17	11,49
MÉDIA		0,92	0,92	0,84	0,92	1,10	10,80

Grupo NaOH+RelyX Unicem / amostra 3

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,83	0,86	0,71	0,90	1,26	12,37

2	4	0,88	0,80	0,70	0,74	1,05	10,31
3	4	0,83	0,75	0,62	0,51	0,82	8,04
4	4	0,82	0,96	0,79	0,95	1,21	11,84
5	6	0,86	0,74	0,64	0,46	0,72	7,09
6	4	0,79	0,82	0,65	1,39	2,15	21,05
7	4	0,98	0,86	0,84	0,92	1,09	10,71
8	4	0,73	0,89	0,65	0,80	1,23	12,08
9	4	0,92	0,92	0,85	0,92	1,09	10,66
10	6	0,85	0,77	0,65	0,75	1,15	11,24
11	4	0,83	0,87	0,72	0,76	1,05	10,32
12	4	0,82	0,86	0,71	0,89	1,26	12,38
13	4	0,85	0,84	0,71	0,94	1,32	12,92
14	4	0,96	0,90	0,86	0,88	1,02	9,99
15	4	0,90	0,85	0,77	0,86	1,12	11,03
MÉDIA		0,86	0,85	0,54	0,84	1,17	11,47

Grupo TBAH+RelyX Unicem / amostra 1

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,85	0,80	0,68	1,32	1,94	19,04
2	4	0,86	0,79	0,68	1,38	2,03	19,93
3	4	0,81	0,93	0,75	1,22	1,62	15,89
4	6	0,87	0,90	0,78	1,14	1,46	14,28
5	6	0,86	0,87	0,75	1,31	1,75	17,18
6	6	0,86	0,82	0,71	1,71	2,42	23,79
7	4	0,81	0,83	0,67	1,34	1,99	19,55
8	4	0,83	0,87	0,72	1,28	1,77	17,39
9	4	0,81	0,80	0,65	1,37	2,11	20,74
10	4	0,83	0,88	0,73	1,03	1,41	13,83
11	6	0,80	0,86	0,69	1,16	1,69	16,54
12	4	0,86	0,82	0,71	1,42	2,01	19,75
13	4	0,82	0,86	0,71	1,45	2,06	20,17
14	6	0,81	0,86	0,70	1,31	1,88	18,45
15	4	0,85	0,84	0,71	1,45	2,03	19,92
MÉDIA		0,84	0,85	0,53	1,33	1,88	18,43

Grupo TBAH+RelyX Unicem / amostra 2

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	2	0,89	0,86	0,77	1,46	1,91	18,71
2	6	0,78	0,83	0,65	1,23	1,90	18,64
3	2	0,80	0,88	0,70	1,39	1,97	19,37

4	6	0,78	0,84	0,66	0,90	1,37	13,48
5	4	0,86	0,84	0,72	1,05	1,45	14,26
6	6	0,82	0,87	0,71	1,13	1,58	15,54
7	2	0,90	0,96	0,86	1,67	1,93	18,96
8	6	0,78	0,87	0,68	1,91	2,81	27,61
9	6	0,77	0,83	0,64	1,90	2,97	29,16
10	6	0,84	0,83	0,70	1,05	1,51	14,77
11	4	0,80	0,88	0,70	0,87	1,24	12,12
12	4	0,85	0,88	0,75	1,03	1,38	13,51
13	6	0,82	0,85	0,70	1,00	1,43	14,07
14	6	0,81	0,83	0,67	1,27	1,89	18,53
15	2	0,88	0,78	0,69	1,77	2,58	25,30
MÉDIA		0,83	0,86	0,71	1,31	1,86	18,27

Grupo TBAH+RelyX Unicem / amostra 3

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	6	0,88	0,78	0,69	1,17	1,70	16,72
2	5	0,89	0,83	0,74	1,66	2,25	22,04
3	5	0,80	0,74	0,59	1,49	2,52	24,69
4	4	0,90	0,78	0,70	1,23	1,75	17,19
5	6	0,91	0,83	0,76	1,22	1,62	15,85
6	4	0,79	0,83	0,66	1,14	1,74	17,06
7	4	0,92	0,77	0,71	0,99	1,40	13,71
8	4	0,86	0,79	0,68	1,02	1,50	14,73
9	4	0,88	0,79	0,70	1,27	1,83	17,92
10	5	0,81	0,87	0,70	0,81	1,15	11,28
11	4	0,85	0,87	0,74	1,36	1,84	18,04
12	6	0,82	0,85	0,70	1,42	2,04	19,99
13	4	0,82	0,84	0,69	1,30	1,89	18,51
14	6	0,84	0,90	0,76	1,31	1,73	17,00
15	4	0,82	0,84	0,69	1,53	2,22	21,79
MÉDIA		0,85	0,82	0,52	1,26	1,81	17,77

Grupo NaOH+Ap+RelyX Unicem / amostra 1

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	6	0,90	0,91	0,82	1,32	1,61	15,81
2	6	0,84	0,73	0,61	1,57	2,56	25,12
3	6	0,98	0,92	0,90	1,88	2,09	20,46
4	5	0,82	0,83	0,68	1,98	2,91	28,54
5	5	0,99	0,88	0,87	3,00	3,44	33,78

6	5	0,91	0,82	0,75	1,80	2,41	23,66
7	6	0,91	0,90	0,82	2,13	2,60	25,51
8	6	0,80	0,82	0,66	1,26	1,92	18,84
9	6	0,83	0,86	0,71	1,21	1,70	16,63
10	6	0,82	0,84	0,69	1,88	2,73	26,78
11	6	0,89	0,84	0,75	1,92	2,57	25,19
12	6	0,90	0,83	0,75	2,22	2,97	29,15
13	5	0,82	0,99	0,81	2,07	2,55	25,01
14	6	0,85	0,95	0,81	2,55	3,16	30,98
15	6	0,83	0,84	0,70	1,50	2,15	21,11
MÉDIA		0,87	0,86	0,75	1,89	2,49	24,44

Grupo NaOH+Ap+RelyX Unicem / amostra 2

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	6	0,67	0,78	0,52	1,43	2,74	26,84
2	6	0,74	0,81	0,60	1,43	2,39	23,40
3	6	0,72	0,78	0,56	1,41	2,51	24,63
4	6	0,94	0,79	0,74	1,98	2,67	26,16
5	6	0,77	0,78	0,60	1,90	3,16	31,03
6	6	0,75	0,87	0,65	1,85	2,84	27,81
7	6	0,81	0,75	0,61	0,95	1,56	15,34
8	6	0,77	0,80	0,62	1,59	2,58	25,32
9	5	0,76	0,88	0,67	2,08	3,11	30,51
10	6	0,77	0,78	0,60	1,49	2,48	24,34
11	6	0,77	0,78	0,60	1,03	1,71	16,82
12	6	0,79	0,77	0,61	1,33	2,19	21,45
13	6	0,79	0,87	0,69	2,16	3,14	30,83
14	6	0,79	0,87	0,69	1,51	2,20	21,55
15	6	0,74	0,76	0,56	1,30	2,31	22,68
MÉDIA		0,77	0,80	0,47	1,56	2,51	24,58

Grupo NaOH+Ap+RelyX Unicem / amostra 3

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	6	0,84	0,75	0,63	0,92	1,46	14,33
2	4	0,81	0,85	0,69	1,54	2,24	21,94
3	6	0,80	0,84	0,67	1,69	2,51	24,67
4	4	0,82	0,91	0,75	1,74	2,33	22,88
5	6	0,83	0,91	0,76	1,62	2,14	21,04
6	6	0,83	0,90	0,75	1,69	2,26	22,19
7	6	0,80	0,86	0,69	1,31	1,90	18,68

8	2	1,10	0,86	0,95	1,61	1,70	16,70
9	6	0,90	0,85	0,77	1,62	2,12	20,77
10	5	0,84	0,81	0,68	1,49	2,19	21,48
11	4	0,88	0,83	0,73	1,93	2,64	25,92
12	6	0,88	0,92	0,81	1,13	1,40	13,69
13	4	0,91	0,86	0,78	1,85	2,36	23,19
14	6	0,84	0,87	0,73	2,13	2,91	28,59
15	6	0,90	0,89	0,80	1,44	1,80	17,64
MÉDIA		0,87	0,86	0,56	1,58	2,13	20,91

Grupo TBAH+Ap+RelyX Unicem / amostra 1

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,81	0,82	0,66	1,12	1,69	16,54
2	4	0,83	0,87	0,72	1,08	1,50	14,67
3	4	0,84	0,77	0,65	1,17	1,81	17,75
4	4	0,75	0,91	0,68	0,94	1,38	13,51
5	4	0,86	0,83	0,71	1,37	1,92	18,83
6	4	0,89	0,87	0,77	1,09	1,41	13,81
7	4	0,84	0,89	0,75	1,03	1,38	13,52
8	4	1,00	0,77	0,77	1,06	1,38	13,50
9	4	0,76	0,75	0,57	1,00	1,75	17,21
10	4	0,86	0,86	0,74	1,19	1,61	15,78
11	4	0,83	0,81	0,67	1,25	1,86	18,24
12	4	0,85	0,87	0,74	1,22	1,65	16,18
13	4	1,00	0,86	0,86	1,31	1,52	14,94
14	4	0,86	0,88	0,76	1,25	1,65	16,20
15	4	0,82	0,89	0,73	1,33	1,82	17,88
MÉDIA		0,85	0,84	0,54	1,16	1,62	15,90

Grupo TBAH+Ap+RelyX Unicem / amostra 2

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	6	0,84	0,84	0,71	0,95	1,35	13,21
2	4	0,91	0,88	0,80	1,06	1,32	12,99
3	4	0,87	0,97	0,84	1,38	1,64	16,04
4	6	0,98	0,89	0,87	1,80	2,06	20,25
5	6	0,86	0,89	0,77	1,56	2,04	19,99
6	6	0,88	0,65	0,57	1,13	1,98	19,38
7	6	0,87	0,90	0,78	1,48	1,89	18,54
8	6	0,90	0,86	0,77	1,56	2,02	19,77
9	6	0,86	0,87	0,75	0,97	1,30	12,72

10	6	0,85	0,92	0,78	1,77	2,26	22,20
11	6	0,91	0,84	0,76	2,05	2,68	26,31
12	6	0,89	0,88	0,78	1,20	1,53	15,03
13	4	0,88	0,88	0,77	1,00	1,29	12,67
14	5	0,88	0,87	0,77	1,18	1,54	15,12
15	6	0,88	0,65	0,57	1,08	1,89	18,52
MÉDIA		0,88	0,85	0,57	1,34	1,79	17,52

Grupo TBAH+Ap+RelyX Unicem / amostra 3

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	2	0,81	0,93	0,75	1,72	2,28	22,40
2	6	0,95	0,93	0,88	1,60	1,81	17,77
3	4	0,95	0,96	0,91	1,77	1,94	19,04
4	6	0,93	0,67	0,62	1,58	2,54	24,88
5	4	0,94	0,91	0,86	1,84	2,15	21,10
6	6	0,89	0,95	0,85	1,52	1,80	17,64
7	4	0,92	0,90	0,83	1,46	1,76	17,30
8	6	0,79	0,86	0,68	1,84	2,71	26,57
9	6	0,81	0,86	0,70	1,85	2,66	26,05
10	6	0,68	0,79	0,54	1,15	2,14	21,00
11	4	0,85	0,89	0,76	1,23	1,63	15,95
12	4	0,86	0,88	0,76	1,31	1,73	16,98
13	4	0,87	0,88	0,77	1,12	1,46	14,35
14	4	0,73	0,86	0,63	0,79	1,26	12,34
15	4	0,78	0,84	0,66	0,94	1,43	14,07
MÉDIA		0,85	0,87	0,56	1,45	1,95	19,16

Grupo Panavia / amostra 1

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	5	0,87	0,80	0,70	1,24	1,78	17,48
2	6	0,88	0,77	0,68	1,39	2,05	20,12
3	6	0,75	0,88	0,66	1,39	2,11	20,66
4	6	0,90	0,84	0,76	1,47	1,94	19,08
5	5	0,83	0,80	0,66	0,87	1,31	12,85
6	6	0,87	0,96	0,84	1,29	1,54	15,15
7	4	0,96	0,77	0,74	1,52	2,06	20,17
8	5	0,84	0,72	0,60	1,18	1,95	19,14
9	5	0,76	0,84	0,64	1,03	1,61	15,83
10	4	0,86	0,79	0,68	1,02	1,50	14,73
11	4	0,81	0,89	0,72	0,98	1,36	13,34

12	4	0,84	0,77	0,65	0,92	1,42	13,95
13	4	0,84	0,79	0,66	0,77	1,16	11,38
14	4	0,87	0,74	0,64	1,29	2,00	19,66
15	5	0,97	0,81	0,79	1,37	1,74	17,11
MÉDIA		0,86	0,81	0,52	1,18	1,70	16,71

Grupo Panavia / amostra 2

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,74	0,76	0,56	1,02	1,81	17,79
2	6	0,75	0,85	0,64	0,97	1,52	14,93
3	6	0,88	0,92	0,81	0,74	0,91	8,97
4	4	0,93	0,39	0,36	0,85	2,34	22,99
5	6	0,88	0,91	0,80	1,53	1,91	18,74
6	4	0,89	0,81	0,72	1,20	1,66	16,33
7	4	0,79	0,94	0,74	1,25	1,68	16,51
8	4	0,93	0,84	0,78	1,60	2,05	20,09
9	6	0,99	0,93	0,92	1,53	1,66	16,30
10	4	0,85	0,88	0,75	1,42	1,90	18,62
11	6	0,84	0,83	0,70	1,27	1,82	17,87
12	4	0,80	0,84	0,67	1,13	1,68	16,50
13	6	0,92	0,85	0,78	1,63	2,08	20,45
14	6	0,79	0,92	0,73	1,55	2,13	20,92
15	6	0,82	0,82	0,67	1,41	2,10	20,57
MÉDIA		0,85	0,83	0,71	1,27	1,82	17,84

Grupo Panavia / amostra 3

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,85	0,87	0,74	1,36	1,84	18,04
2	6	0,70	0,71	0,50	0,95	1,91	18,75
3	4	0,94	0,71	0,67	1,00	1,50	14,70
4	4	0,87	0,69	0,60	1,05	1,75	17,16
5	4	0,88	0,82	0,72	1,21	1,68	16,45
6	4	0,85	0,84	0,71	1,31	1,83	18,00
7	4	0,86	0,71	0,61	1,13	1,85	18,15
8	4	0,72	0,71	0,51	0,90	1,76	17,27
9	4	0,74	0,94	0,70	1,02	1,47	14,38
10	4	0,92	0,86	0,79	1,00	1,26	12,40
11	5	0,84	0,82	0,69	0,87	1,26	12,39
12	6	0,85	0,78	0,66	1,22	1,84	18,05
13	6	0,74	0,75	0,56	0,99	1,78	17,50

14	6	0,73	0,76	0,55	1,16	2,09	20,51
15	6	0,81	0,75	0,61	1,24	2,04	20,02
MÉDIA		0,83	0,79	0,65	1,09	1,69	16,92

Grupo Alloy Primer+Panavia / amostra 1

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	6	0,83	0,75	0,62	1,98	3,18	31,20
2	6	0,75	0,84	0,63	1,70	2,70	26,47
3	6	0,90	0,81	0,73	1,96	2,69	26,38
4	5	0,85	0,87	0,74	1,91	2,58	25,34
5	5	0,88	0,90	0,79	0,73	0,92	9,04
6	5	0,87	0,84	0,73	1,52	2,08	20,40
7	6	0,86	0,81	0,70	2,01	2,89	28,31
8	6	0,82	0,77	0,63	1,70	2,69	26,41
9	6	0,82	0,88	0,72	1,62	2,25	22,02
10	5	0,80	0,82	0,66	1,87	2,85	27,96
11	5	0,79	0,89	0,70	1,77	2,52	24,70
12	6	0,80	0,80	0,64	1,08	1,69	16,55
13	5	0,81	0,95	0,77	1,96	2,55	24,99
14	5	0,80	0,82	0,66	1,14	1,74	17,05
15	5	0,93	0,90	0,84	1,27	1,52	14,88
MÉDIA		0,83	0,84	0,53	1,61	2,32	22,78

Grupo Alloy Primer+Panavia / amostra 2

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	6	0,95	0,85	0,81	1,62	2,01	19,68
2	6	0,94	0,93	0,87	2,01	2,30	22,56
3	6	0,73	0,78	0,57	1,21	2,13	20,85
4	6	0,77	0,82	0,63	1,28	2,03	19,89
5	6	0,81	0,76	0,62	1,32	2,14	21,04
6	6	0,69	0,93	0,64	1,54	2,40	23,54
7	6	0,87	0,77	0,67	1,21	1,81	17,72
8	4	0,74	0,75	0,56	1,00	1,80	17,68
9	4	0,73	0,88	0,64	0,86	1,34	13,13
10	4	0,75	0,96	0,72	1,05	1,46	14,31
11	6	0,90	0,96	0,86	1,36	1,57	15,44
12	6	0,92	0,90	0,83	1,69	2,04	20,02
13	6	0,92	0,76	0,70	1,84	2,63	25,82
14	6	0,90	0,95	0,86	0,89	1,04	10,21
15	6	0,88	0,94	0,83	1,31	1,58	15,54

MÉDIA		0,83	0,86	0,72	1,35	1,89	18,49
--------------	--	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	--------------

Grupo Alloy Primer+Panavia / amostra 3

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	6	0,92	0,81	0,75	1,44	1,93	18,96
2	6	0,86	0,85	0,73	0,92	1,26	12,35
3	6	0,83	0,94	0,78	1,23	1,58	15,47
4	4	0,84	0,81	0,68	1,18	1,73	17,01
5	4	0,87	0,84	0,73	1,16	1,59	15,57
6	6	0,85	0,83	0,71	1,18	1,67	16,41
7	6	0,83	0,88	0,73	1,29	1,77	17,33
8	6	0,89	0,88	0,78	1,33	1,70	16,66
9	4	0,95	0,86	0,82	0,95	1,16	11,41
10	4	0,90	0,86	0,77	1,15	1,49	14,58
11	5	0,78	0,80	0,62	1,86	2,98	29,24
12	6	0,81	0,89	0,72	1,33	1,84	18,10
13	6	0,83	0,75	0,62	1,68	2,70	26,48
14	5	0,95	0,83	0,79	2,17	2,75	27,00
15	5	0,86	1,12	0,96	2,03	2,11	20,68
MÉDIA		0,87	0,86	0,75	1,18	1,59	18,48

Grupo NaOH+Panavia / amostra 1

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	6	0,87	0,86	0,75	1,67	2,23	21,90
2	4	0,84	0,84	0,71	1,27	1,80	17,66
3	5	1,03	0,81	0,83	1,79	2,15	21,05
4	5	0,74	0,85	0,63	1,81	2,88	28,23
5	5	0,82	0,94	0,77	1,33	1,73	16,93
6	5	0,83	0,99	0,82	2,27	2,76	27,10
7	5	0,82	0,86	0,71	1,48	2,10	20,59
8	6	0,81	0,84	0,68	1,37	2,01	19,75
9	5	0,85	0,85	0,72	1,62	2,24	22,00
10	5	0,94	0,83	0,78	1,86	2,38	23,39
11	4	0,83	0,96	0,80	1,80	2,26	22,16
12	6	0,96	0,83	0,80	1,53	1,92	18,84
13	6	0,97	0,85	0,82	1,37	1,66	16,30
14	5	0,94	0,94	0,88	1,83	2,07	20,32
15	5	0,94	0,85	0,80	1,73	2,17	21,24
MÉDIA		0,88	0,87	0,77	1,65	2,16	21,16

Grupo NaOH+Panavia / amostra 2

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,77	0,80	0,62	0,97	1,57	15,45
2	6	0,79	0,87	0,69	1,49	2,17	21,27
3	6	0,80	0,85	0,68	1,41	2,07	20,34
4	6	0,93	0,80	0,74	1,90	2,55	25,05
5	6	0,81	0,79	0,64	1,69	2,64	25,91
6	5	0,84	0,90	0,76	1,56	2,06	20,24
7	4	0,80	0,84	0,67	0,86	1,28	12,55
8	4	0,79	0,94	0,74	1,46	1,97	19,29
9	5	0,81	0,81	0,66	1,00	1,52	14,95
10	4	0,90	0,91	0,82	1,95	2,38	23,36
11	4	0,94	0,85	0,80	1,39	1,74	17,07
12	6	0,77	0,81	0,62	1,13	1,81	17,77
13	4	0,80	0,84	0,67	1,36	2,02	19,85
14	4	0,89	0,89	0,79	0,87	1,10	10,77
15	4	0,78	0,89	0,69	1,28	1,84	18,09
MÉDIA		0,83	0,85	0,71	1,35	1,92	18,80

Grupo NaOH+Panavia / amostra 3

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	5	0,87	0,82	0,71	1,59	2,23	21,86
2	6	0,85	0,88	0,75	1,18	1,58	15,48
3	5	0,80	0,89	0,71	1,54	2,16	21,22
4	4	0,88	0,83	0,73	1,41	1,93	18,94
5	6	0,86	0,84	0,72	1,46	2,02	19,83
6	4	0,88	0,84	0,74	1,54	2,08	20,44
7	6	0,82	0,95	0,78	1,70	2,18	21,41
8	5	0,87	0,89	0,77	1,77	2,29	22,43
9	4	0,92	0,94	0,86	1,41	1,63	15,99
10	6	0,85	0,84	0,71	1,41	1,97	19,37
11	5	0,87	0,93	0,81	1,70	2,10	20,61
12	4	0,88	0,86	0,76	1,56	2,06	20,22
13	4	0,82	0,83	0,68	1,41	2,07	20,32
14	5	0,90	0,85	0,77	1,49	1,95	19,11
15	5	0,85	0,87	0,74	1,64	2,22	21,76
MÉDIA		0,86	0,87	0,56	1,52	2,03	19,93

Grupo TBAH+Panavia / amostra 1

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	6	0,83	0,87	0,72	1,08	1,50	14,67
2	6	0,94	0,84	0,79	1,54	1,95	19,13
3	4	0,84	0,82	0,69	1,54	2,24	21,93
4	6	0,85	0,84	0,71	1,61	2,25	22,12
5	4	0,90	0,88	0,79	1,27	1,60	15,73
6	6	0,92	0,84	0,77	2,08	2,69	26,40
7	6	0,87	0,86	0,75	1,53	2,04	20,06
8	6	0,85	0,86	0,73	1,05	1,44	14,09
9	4	0,87	0,89	0,77	1,15	1,49	14,57
10	6	0,83	0,82	0,68	1,48	2,17	21,33
11	6	0,96	0,92	0,88	1,76	1,99	19,55
12	4	0,87	0,80	0,70	1,53	2,20	21,57
13	6	0,85	0,92	0,78	1,36	1,74	17,06
14	6	0,86	0,83	0,71	1,85	2,59	25,43
15	6	0,88	0,84	0,74	1,50	2,03	19,91
MÉDIA		0,87	0,86	0,56	1,49	1,99	19,57

Grupo TBAH+Panavia / amostra 2

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,94	0,84	0,79	1,15	1,46	14,29
2	6	0,87	0,94	0,82	1,21	1,48	14,51
3	6	0,95	0,87	0,83	1,58	1,91	18,75
4	4	0,77	0,85	0,65	0,85	1,30	12,74
5	6	0,97	0,85	0,82	1,42	1,72	16,90
6	4	0,94	0,90	0,85	1,54	1,82	17,86
7	4	0,87	0,83	0,72	1,04	1,44	14,13
8	4	0,86	0,79	0,68	1,01	1,49	14,58
9	4	0,95	0,85	0,81	1,25	1,55	15,19
10	4	0,85	0,88	0,75	0,81	1,08	10,62
11	4	0,86	0,90	0,77	1,30	1,68	16,48
12	4	0,85	0,84	0,71	0,74	1,04	10,17
13	4	0,91	0,88	0,80	0,91	1,14	11,15
14	6	0,90	0,88	0,79	1,45	1,83	17,96
15	4	0,91	0,88	0,80	1,55	1,94	18,99
MÉDIA		0,89	0,87	0,77	1,19	1,52	14,95

Grupo TBAH+Panavia / amostra 3

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	5	0,82	0,85	0,70	2,10	3,01	29,56
2	6	0,87	0,87	0,76	1,69	2,23	21,90
3	6	0,95	0,84	0,80	2,16	2,71	26,55
4	6	0,84	0,90	0,76	2,21	2,92	28,68
5	2	0,88	0,73	0,64	1,98	3,08	30,24
6	5	0,88	0,79	0,70	2,26	3,25	31,89
7	6	0,93	0,90	0,84	2,13	2,54	24,96
8	5	0,77	0,87	0,67	2,16	3,22	31,63
9	2	0,94	0,88	0,83	2,53	3,06	30,00
10	6	0,80	0,88	0,70	2,32	3,30	32,33
11	6	0,93	0,82	0,76	1,11	1,46	14,28
12	6	0,82	0,89	0,73	1,64	2,25	22,04
13	4	0,87	0,81	0,70	1,35	1,92	18,79
14	4	0,88	0,90	0,79	1,62	2,05	20,07
15	6	0,87	0,85	0,74	1,39	1,88	18,44
MÉDIA		0,87	0,85	0,74	2,15	2,93	25,42

Grupo NaOH+Ap+Panavia / amostra 1

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	6	0,76	0,89	0,68	1,65	2,44	23,93
2	6	0,78	0,91	0,71	1,68	2,37	23,22
3	6	0,90	0,92	0,83	1,99	2,40	23,58
4	6	0,85	0,88	0,75	1,81	2,42	23,74
5	6	0,79	0,88	0,70	1,41	2,03	19,90
6	6	0,92	0,76	0,70	1,53	2,19	21,47
7	6	0,93	1,02	0,95	1,77	1,87	18,30
8	5	0,90	0,98	0,88	2,19	2,48	24,36
9	5	0,75	0,88	0,66	1,98	3,00	29,43
10	6	0,92	1,02	0,94	2,44	2,60	25,51
11	6	0,88	0,79	0,70	1,53	2,20	21,59
12	5	0,90	0,79	0,71	1,30	1,83	17,94
13	5	0,75	0,82	0,62	1,47	2,39	23,45
14	6	1,02	0,84	0,86	1,73	2,02	19,81
15	6	0,94	0,86	0,81	1,97	2,44	23,91
MÉDIA		0,87	0,88	0,76	1,76	2,31	22,67

Grupo NaOH+Ap+Panavia / amostra 2

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa

1	4	0,84	0,92	0,77	1,75	2,26	22,21
2	6	0,84	0,88	0,74	1,41	1,91	18,71
3	6	0,96	0,83	0,80	1,59	2,00	19,58
4	6	0,90	0,93	0,84	1,46	1,74	17,11
5	6	1,16	0,79	0,92	1,90	2,07	20,34
6	6	0,74	0,92	0,68	1,18	1,73	17,00
7	6	0,85	0,80	0,68	1,54	2,26	22,22
8	6	0,69	0,76	0,52	1,05	2,00	19,64
9	6	0,83	0,84	0,70	1,54	2,21	21,67
10	6	0,79	0,85	0,67	1,74	2,59	25,42
11	6	0,91	0,79	0,72	2,03	2,82	27,70
12	6	0,78	0,85	0,66	1,74	2,62	25,75
13	6	0,82	0,87	0,71	1,02	1,43	14,03
14	6	0,80	0,84	0,67	1,57	2,34	22,92
15	4	0,93	0,87	0,81	1,67	2,06	20,25
MÉDIA		0,86	0,85	0,73	1,55	2,14	20,97

Grupo NaOH+Ap+Panavia / amostra 3

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,86	0,93	0,80	2,41	3,01	29,56
2	4	0,81	0,82	0,66	1,77	2,66	26,14
3	4	0,81	0,90	0,73	1,28	1,76	17,22
4	6	0,93	0,93	0,86	1,78	2,06	20,19
5	5	0,86	0,82	0,71	2,25	3,19	31,30
6	6	0,87	0,77	0,67	1,65	2,46	24,16
7	5	0,88	0,91	0,80	1,54	1,92	18,87
8	5	0,90	0,93	0,84	1,08	1,29	12,66
9	4	0,95	0,93	0,88	1,80	2,04	19,99
10	6	0,93	0,78	0,73	2,44	3,36	33,00
11	6	0,82	0,91	0,75	1,87	2,51	24,58
12	5	0,91	0,87	0,79	1,00	1,26	12,39
13	5	0,81	0,86	0,70	1,02	1,46	14,36
14	5	0,82	0,81	0,66	2,13	3,21	31,46
15	5	0,78	0,88	0,69	1,84	2,68	26,30
MÉDIA		0,86	0,87	0,56	1,72	2,33	22,81

Grupo TBAH+Ap+Panavia / amostra 1

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	6	0,90	0,92	0,83	1,06	1,28	12,56
2	6	0,87	0,78	0,68	1,38	2,03	19,95

3	6	0,88	0,85	0,75	1,21	1,62	15,87
4	6	0,85	0,88	0,75	0,89	1,19	11,67
5	6	0,81	0,85	0,69	1,45	2,11	20,66
6	6	0,90	0,83	0,75	0,99	1,33	13,00
7	6	0,82	0,84	0,69	1,44	2,09	20,51
8	6	0,81	0,78	0,63	1,19	1,88	18,48
9	6	0,77	0,88	0,68	1,29	1,90	18,68
10	6	0,86	0,86	0,74	1,17	1,58	15,52
11	6	0,80	0,89	0,71	0,76	1,07	10,47
12	6	0,90	0,87	0,78	1,46	1,86	18,29
13	6	0,83	0,83	0,69	1,24	1,80	17,66
14	6	0,77	0,80	0,62	1,38	2,24	21,98
15	6	0,81	0,89	0,72	1,43	1,98	19,46
MÉDIA		0,84	0,85	0,53	1,22	1,73	16,98

Grupo TBAH+Ap+Panavia / amostra 2

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	6	0,86	0,81	0,70	1,44	2,07	20,28
2	6	0,80	0,81	0,65	1,51	2,33	22,86
3	6	0,92	0,87	0,80	1,85	2,31	22,67
4	6	0,88	0,86	0,76	2,04	2,70	26,44
5	6	0,89	0,88	0,78	2,22	2,83	27,81
6	6	0,86	0,90	0,77	1,62	2,09	20,53
7	6	0,86	0,86	0,74	1,37	1,85	18,17
8	6	0,90	0,86	0,77	1,39	1,80	17,62
9	6	0,95	0,78	0,74	1,67	2,25	22,11
10	6	0,78	0,81	0,63	1,36	2,15	21,12
11	6	0,79	0,79	0,62	1,41	2,26	22,16
12	6	0,79	0,69	0,55	0,97	1,78	17,46
13	6	0,86	0,68	0,58	1,28	2,19	21,47
14	6	0,87	0,94	0,82	2,62	3,20	31,43
15	6	0,89	0,78	0,69	1,85	2,66	26,14
MÉDIA		0,86	0,82	0,71	1,64	2,30	22,55

Grupo TBAH+Ap+Panavia / amostra 3

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	6	0,83	0,76	0,63	1,67	2,65	25,97
2	6	0,79	0,80	0,63	1,05	1,66	16,30
3	4	0,84	0,78	0,66	1,58	2,41	23,66
4	5	0,78	1,06	0,83	1,69	2,04	20,05

5	6	0,87	0,79	0,69	1,72	2,50	24,55
6	6	0,79	0,87	0,69	2,05	2,98	29,26
7	6	0,78	0,85	0,66	1,49	2,25	22,05
8	6	0,80	0,79	0,63	1,08	1,71	16,76
9	6	0,80	0,79	0,63	1,18	1,87	18,32
10	6	0,74	0,74	0,55	1,41	2,57	25,26
11	6	0,76	0,94	0,71	0,95	1,33	13,05
12	6	0,78	0,81	0,63	1,24	1,96	19,25
13	6	0,90	0,83	0,75	1,22	1,63	16,02
14	6	0,93	0,89	0,83	1,38	1,67	16,36
15	6	0,86	0,82	0,71	1,39	1,97	19,34
MÉDIA		0,82	0,83	0,51	1,41	2,08	20,41

Anexo 2. Tabelas dos valores finais (60d+TC) de resistência à tração entre sistema de fixação e cerâmica submetida a diferentes tratamentos.

Grupo RelyX Unicem / amostra 1

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,74	0,84	0,62	0,22	0,35	3,47
2	4	0,79	0,82	0,65	0,82	1,27	12,42
3	4	0,78	0,82	0,64	0,82	1,28	12,58
4	4	0,74	0,75	0,56	0,75	1,35	13,26
5	4	1,00	0,82	0,82	0,82	1,00	9,81
6	4	0,83	0,81	0,67	0,81	1,20	11,82
7	4	0,73	0,87	0,64	0,87	1,37	13,44
8	4	0,80	0,82	0,66	0,82	1,25	12,26
9	4	0,85	0,83	0,71	0,83	1,18	11,54
10	4	0,80	0,79	0,63	0,79	1,25	12,26
11				0,00		#DIV/0!	0,00
12				0,00		#DIV/0!	0,00
13				0,00		#DIV/0!	0,00
14				0,00		#DIV/0!	0,00
15				0,00		#DIV/0!	0,00
MÉDIA		xx	Xx	xx	xx	xx	7,52

Grupo RelyX Unicem / amostra 2

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,88	0,87	0,77	0,22	0,29	2,82
2	6	1,09	0,77	0,84	0,25	0,30	2,92
3				0,00		#DIV/0!	0,00
4				0,00		#DIV/0!	0,00

5				0,00		#DIV/0!	0,00
6				0,00		#DIV/0!	0,00
7				0,00		#DIV/0!	0,00
8				0,00		#DIV/0!	0,00
9				0,00		#DIV/0!	0,00
10				0,00		#DIV/0!	0,00
11				0,00		#DIV/0!	0,00
12				0,00		#DIV/0!	0,00
13				0,00		#DIV/0!	0,00
14				0,00		#DIV/0!	0,00
15				0,00		#DIV/0!	0,00
MÉDIA		xx	Xx	xx	xx	xx	0,38

Grupo RelyX Unicem / amostra 3

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,89	0,91	0,81	0,14	0,17	1,70
2	4	0,79	0,77	0,61	0,18	0,30	2,90
3	4	0,88	0,87	0,77	0,12	0,16	1,54
4	4	0,87	0,89	0,77	0,11	0,14	1,39
5	4	0,93	0,92	0,86	0,18	0,21	2,06
6				0,00		#DIV/0!	0,00
7				0,00		#DIV/0!	0,00
8				0,00		#DIV/0!	0,00
9				0,00		#DIV/0!	0,00
10				0,00		#DIV/0!	0,00
11				0,00		#DIV/0!	0,00
12				0,00		#DIV/0!	0,00
13				0,00		#DIV/0!	0,00
14				0,00		#DIV/0!	0,00
15				0,00		#DIV/0!	0,00
MÉDIA		xx	Xx	xx	xx	xx	0,64

Grupo Alloy Primer+RelyX Unicem / amostra 1

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,84	0,90	0,76	2,93	3,88	38,02
2	6	0,77	0,83	0,64	2,54	3,97	38,99
3	2	0,73	0,83	0,61	1,23	2,03	19,91
4	6	0,84	0,82	0,69	0,89	1,29	12,68
5	6	0,86	0,77	0,66	1,70	2,57	25,18
6	2	0,86	0,82	0,71	2,35	3,33	32,69

7	6	0,84	0,84	0,71	1,81	2,57	25,16
8	6	0,73	0,82	0,60	1,84	3,07	30,15
9	2	0,89	0,95	0,85	1,78	2,11	20,65
10	2	0,87	0,84	0,73	2,03	2,78	27,25
11	6	0,86	0,85	0,73	1,77	2,42	23,75
12	6	0,82	0,95	0,78	2,73	3,50	34,38
13	6	0,74	0,85	0,63	1,67	2,66	26,05
14	2	0,82	0,86	0,71	1,83	2,60	25,46
15	6	0,85	0,80	0,68	2,26	3,32	32,60
MÉDIA		0,82	0,85	0,70	1,96	2,81	27,53

Grupo Alloy Primer+RelyX Unicem / amostra 2

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	2	1,00	0,82	0,82	2,35	2,87	28,11
2	2	0,86	0,78	0,67	2,20	3,28	32,17
3	6	0,87	0,95	0,83	2,68	3,24	31,81
4	2	0,75	0,80	0,60	2,16	3,60	35,32
5	2	0,83	0,88	0,73	2,36	3,23	31,70
6	5	0,88	0,79	0,70	2,66	3,83	37,54
7	6	0,86	0,78	0,67	3,17	4,73	46,36
8	2	0,81	0,98	0,79	3,06	3,85	37,82
9	6	0,83	0,89	0,74	2,24	3,03	29,75
10	2	0,81	0,92	0,75	2,20	2,95	28,96
11	6	0,84	0,82	0,69	2,49	3,61	35,46
12	6	0,84	0,86	0,72	2,53	3,50	34,36
13	2	0,80	0,83	0,66	2,08	3,13	30,73
14	2	0,88	0,77	0,68	3,31	4,88	47,92
15	2	0,76	0,89	0,68	3,28	4,85	47,57
MÉDIA		0,84	0,85	0,71	2,58	3,64	35,70

Grupo Alloy Primer+RelyX Unicem / amostra 3

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	2	0,78	0,75	0,59	1,52	2,60	25,49
2	5	0,90	0,79	0,71	3,15	4,43	43,46
3	2	0,69	0,79	0,55	2,26	4,15	40,67
4	2	0,83	0,82	0,68	2,24	3,29	32,29
5	2	0,97	0,70	0,68	2,49	3,67	35,97
6	5	0,85	0,88	0,75	2,51	3,36	32,92
7	2	0,79	0,78	0,62	2,15	3,49	34,23
8	2	0,79	0,79	0,62	2,30	3,69	36,15

9	2	0,84	0,70	0,59	2,36	4,01	39,37
10	6	0,88	0,81	0,71	1,52	2,13	20,92
11	6	0,91	0,76	0,69	2,22	3,21	31,49
12	2	0,71	0,91	0,65	1,52	2,35	23,08
13	2	0,75	0,79	0,59	1,72	2,90	28,48
14	2	0,67	0,85	0,57	1,47	2,58	25,32
15	2	0,83	0,79	0,66	1,87	2,85	27,98
MÉDIA		0,81	0,79	0,64	2,09	3,25	31,85

Grupo NaOH+RelyX Unicem / amostra 1

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,86	0,91	0,78	0,20	0,26	2,51
2	4	0,89	0,91	0,81	0,01	0,01	0,12
3	6	0,91	0,94	0,86	0,09	0,11	1,03
4	4	0,89	0,99	0,88	0,14	0,16	1,56
5	4	0,91	0,89	0,81	0,15	0,19	1,82
6	4	0,90	0,80	0,72	0,12	0,17	1,64
7	6	0,91	0,97	0,88	0,32	0,36	3,56
8				0,00		#DIV/0!	0,00
9				0,00		#DIV/0!	0,00
10				0,00		#DIV/0!	0,00
11				0,00		#DIV/0!	0,00
12				0,00		#DIV/0!	0,00
13				0,00		#DIV/0!	0,00
14				0,00		#DIV/0!	0,00
15				0,00		#DIV/0!	0,00
MÉDIA		xx	Xx	xx	xx	xx	0,82

Grupo NaOH+RelyX Unicem / amostra 2

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1				0,00		#DIV/0!	0,00
2				0,00		#DIV/0!	0,00
3				0,00		#DIV/0!	0,00
4				0,00		#DIV/0!	0,00
5				0,00		#DIV/0!	0,00
6				0,00		#DIV/0!	0,00
7				0,00		#DIV/0!	0,00
8				0,00		#DIV/0!	0,00
9				0,00		#DIV/0!	0,00
10				0,00		#DIV/0!	0,00

11				0,00		#DIV/0!	0,00
12				0,00		#DIV/0!	0,00
13				0,00		#DIV/0!	0,00
14				0,00		#DIV/0!	0,00
15				0,00		#DIV/0!	0,00
MÉDIA		xx	Xx	xx	xx	xx	0,00

Grupo NaOH+RelyX Unicem / amostra 3

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1				0,00		#DIV/0!	0,00
2				0,00		#DIV/0!	0,00
3				0,00		#DIV/0!	0,00
4				0,00		#DIV/0!	0,00
5				0,00		#DIV/0!	0,00
6				0,00		#DIV/0!	0,00
7				0,00		#DIV/0!	0,00
8				0,00		#DIV/0!	0,00
9				0,00		#DIV/0!	0,00
10				0,00		#DIV/0!	0,00
11				0,00		#DIV/0!	0,00
12				0,00		#DIV/0!	0,00
13				0,00		#DIV/0!	0,00
14				0,00		#DIV/0!	0,00
15				0,00		#DIV/0!	0,00
MÉDIA		xx	Xx	xx	xx	xx	0,00

Grupo TBAH+RelyX Unicem / amostra 1

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,95	0,94	0,89	0,70	0,78	7,69
2	4	0,94	0,92	0,86	0,52	0,60	5,90
3				0,00		#DIV/0!	0,00
4				0,00		#DIV/0!	0,00
5				0,00		#DIV/0!	0,00
6				0,00		#DIV/0!	0,00
7				0,00		#DIV/0!	0,00
8				0,00		#DIV/0!	0,00
9				0,00		#DIV/0!	0,00
10				0,00		#DIV/0!	0,00
11				0,00		#DIV/0!	0,00
12				0,00		#DIV/0!	0,00

13				0,00		#DIV/0!	0,00
14				0,00		#DIV/0!	0,00
15				0,00		#DIV/0!	0,00
MÉDIA		xx	Xx	xx	xx	xx	0,91

Grupo TBAH+RelyX Unicem / amostra 2

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,83	0,84	0,70	0,49	0,70	6,89
2	6	0,94	0,79	0,74	0,75	1,01	9,91
3	6	0,84	0,84	0,71	1,17	1,66	16,27
4	6	0,80	0,95	0,76	1,16	1,53	14,97
5	4	0,76	0,94	0,71	0,44	0,62	6,04
6	6	0,78	0,73	0,57	1,03	1,81	17,75
7	4	0,84	0,80	0,67	0,17	0,25	2,48
8	4	1,11	0,79	0,88	0,64	0,73	7,16
9	6	0,80	0,88	0,70	1,21	1,72	16,86
10	6	0,73	0,83	0,61	0,49	0,81	7,93
11	4	0,85	0,86	0,73	0,28	0,38	3,76
12	4	0,76	0,84	0,64	0,33	0,52	5,07
13	6	0,88	0,85	0,75	0,92	1,23	12,07
14	6	0,86	0,88	0,76	1,50	1,98	19,44
15	4	1,00	0,81	0,81	0,17	0,21	2,06
MÉDIA		0,85	0,84	0,72	0,72	1,01	9,91

Grupo TBAH+RelyX Unicem / amostra 3

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1				0,00		#DIV/0!	0,00
2				0,00		#DIV/0!	0,00
3				0,00		#DIV/0!	0,00
4				0,00		#DIV/0!	0,00
5				0,00		#DIV/0!	0,00
6				0,00		#DIV/0!	0,00
7				0,00		#DIV/0!	0,00
8				0,00		#DIV/0!	0,00
9				0,00		#DIV/0!	0,00
10				0,00		#DIV/0!	0,00
11				0,00		#DIV/0!	0,00
12				0,00		#DIV/0!	0,00
13				0,00		#DIV/0!	0,00
14				0,00		#DIV/0!	0,00

15				0,00		#DIV/0!	0,00
MÉDIA		xx	Xx	xx	xx	xx	0,00

Grupo NaOH+Ap+RelyX Unicem / amostra 1

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	6	0,94	0,80	0,75	1,34	1,78	17,48
2	6	0,90	0,91	0,82	1,41	1,72	16,89
3	4	0,74	0,82	0,61	1,52	2,50	24,57
4	6	0,83	0,82	0,68	1,30	1,91	18,74
5	6	0,91	0,83	0,76	1,80	2,38	23,38
6	6	0,88	0,89	0,78	2,06	2,63	25,80
7	4	0,80	0,91	0,73	1,57	2,16	21,16
8	6	0,87	0,90	0,78	1,57	2,01	19,67
9	6	0,88	0,87	0,77	1,31	1,71	16,79
10	6	0,82	0,79	0,65	1,50	2,32	22,72
11	6	0,88	0,81	0,71	1,81	2,54	24,91
12	4	0,83	0,84	0,70	1,17	1,68	16,46
13	4	0,66	0,74	0,49	1,29	2,64	25,91
14	6	0,79	0,96	0,76	1,74	2,29	22,51
15	6	0,84	0,83	0,70	0,95	1,36	13,37
MÉDIA		0,84	0,85	0,71	1,49	2,11	20,69

Grupo NaOH+Ap+RelyX Unicem / amostra 2

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	6	0,87	0,80	0,70	1,53	2,20	21,57
2	6	0,76	0,85	0,65	1,02	1,58	15,49
3	6	0,81	1,07	0,87	0,71	0,82	8,04
4	6	0,80	0,94	0,75	0,86	1,14	11,22
5	6	0,73	0,82	0,60	1,04	1,74	17,04
6	4	0,80	0,81	0,65	1,64	2,53	24,83
7	6	0,91	0,88	0,80	1,33	1,66	16,29
8	6	0,79	0,99	0,78	0,71	0,91	8,91
9	4	0,87	0,84	0,73	1,43	1,96	19,20
10	6	0,85	0,82	0,70	0,62	0,89	8,73
11	6	0,75	0,84	0,63	0,67	1,06	10,43
12	6	0,85	0,84	0,71	0,63	0,88	8,66
13	6	0,78	0,75	0,59	1,48	2,53	24,82
14	6	0,80	0,81	0,65	1,31	2,02	19,83
15	6	0,85	0,80	0,68	1,55	2,28	22,36
MÉDIA		0,81	0,86	0,70	1,10	1,61	15,83

Grupo NaOH+Ap+RelyX Unicem / amostra 3

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	6	0,78	0,95	0,74	1,22	1,65	16,15
2	6	0,76	0,72	0,55	0,98	1,79	17,57
3	4	0,73	0,72	0,53	0,71	1,35	13,25
4	4	0,87	0,77	0,67	1,65	2,46	24,16
5	4	0,87	0,69	0,60	1,03	1,72	16,83
6	2	0,80	0,79	0,63	1,03	1,63	15,99
7	4	0,77	0,69	0,53	0,60	1,13	11,08
8	4	0,96	0,69	0,66	1,18	1,78	17,48
9	4	0,83	0,84	0,70	1,32	1,89	18,57
10	4	0,82	0,70	0,57	0,97	1,69	16,58
11	6	0,77	0,85	0,65	1,38	2,11	20,68
12	6	0,78	0,72	0,56	0,50	0,89	8,73
13	4	0,83	0,75	0,62	0,74	1,19	11,66
14	4	0,83	0,76	0,63	1,54	2,44	23,95
15	6	0,74	0,78	0,58	1,49	2,58	25,32
MÉDIA		0,81	0,76	0,62	1,09	1,75	17,20

Grupo TBAH+Ap+RelyX Unicem / amostra 1

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	6	0,75	0,84	0,63	0,13	0,21	2,02
2	4	0,85	0,82	0,70	0,21	0,30	2,96
3				0,00		#DIV/0!	0,00
4				0,00		#DIV/0!	0,00
5				0,00		#DIV/0!	0,00
6				0,00		#DIV/0!	0,00
7				0,00		#DIV/0!	0,00
8				0,00		#DIV/0!	0,00
9				0,00		#DIV/0!	0,00
10				0,00		#DIV/0!	0,00
11				0,00		#DIV/0!	0,00
12				0,00		#DIV/0!	0,00
13				0,00		#DIV/0!	0,00
14				0,00		#DIV/0!	0,00
15				0,00		#DIV/0!	0,00
MÉDIA		xx	Xx	xx	xx	xx	0,33

Grupo TBAH+Ap+RelyX Unicem / amostra 2

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,67	0,80	0,54	0,55	1,03	10,07
2	4	0,61	0,97	0,59	0,65	1,10	10,78
3	4	0,77	0,87	0,67	0,28	0,42	4,10
4	4	0,84	0,85	0,71	0,67	0,94	9,21
5	4	0,82	0,99	0,81	0,77	0,95	9,30
6	4	0,97	0,89	0,86	0,85	0,98	9,66
7	4	0,80	0,86	0,69	0,47	0,68	6,70
8	6	0,62	0,73	0,45	0,28	0,62	6,07
9	4	0,74	0,86	0,64	0,47	0,74	7,24
10	4	0,77	0,86	0,66	0,24	0,36	3,56
11	6	1,00	0,88	0,88	0,67	0,76	7,47
12	4	0,85	0,91	0,77	0,62	0,80	7,86
13	4	0,60	0,65	0,39	0,57	1,46	14,34
14	4	0,75	0,87	0,65	0,52	0,80	7,82
15	4	0,87	0,85	0,74	0,42	0,57	5,57
MÉDIA		0,78	0,86	0,67	0,54	0,81	7,98

Grupo TBAH+Ap+RelyX Unicem / amostra 3

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	5	0,87	0,86	0,75	0,42	0,56	5,51
2	6	0,90	0,77	0,69	0,26	0,38	3,68
3	2	0,77	0,82	0,63	0,20	0,32	3,11
4	4	0,71	0,86	0,61	0,08	0,13	1,29
5	6	0,82	0,68	0,56	0,07	0,13	1,23
6	4	0,82	0,96	0,79	0,43	0,55	5,36
7	6	0,87	0,89	0,77	0,20	0,26	2,53
8	6	0,86	0,89	0,77	0,43	0,56	5,51
9	2	0,83	0,86	0,71	0,51	0,71	7,01
10	6	0,85	0,68	0,58	0,14	0,24	2,38
11	5	0,80	0,87	0,70	0,19	0,27	2,68
12	5	0,88	0,89	0,78	0,43	0,55	5,39
13	2	0,86	0,86	0,74	0,06	0,08	0,80
14	6	0,63	0,83	0,52	0,21	0,40	3,94
15	6	0,88	0,93	0,82	0,20	0,24	2,40
MÉDIA		0,82	0,84	0,69	0,26	0,36	3,52

Grupo Panavia / amostra 1

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,64	0,82	0,52	0,52	0,99	9,72
2	6	0,81	0,81	0,66	0,33	0,50	4,93
3	6	0,70	0,80	0,56	0,41	0,73	7,18
4	6	0,84	0,82	0,69	0,28	0,41	3,99
5	5	0,73	0,79	0,58	0,34	0,59	5,78
6	4	0,73	0,77	0,56	0,22	0,39	3,84
7	6	0,65	0,79	0,51	0,18	0,35	3,44
8	4	0,74	0,83	0,61	0,22	0,36	3,51
9	4	0,80	0,81	0,65	0,17	0,26	2,57
10	5	0,74	0,81	0,60	0,33	0,55	5,40
11	6	0,75	0,79	0,59	0,41	0,69	6,79
12	6	0,72	0,63	0,45	0,38	0,84	8,22
13	5	0,83	0,78	0,65	0,25	0,39	3,79
14	6	0,92	0,79	0,73	0,28	0,39	3,78
15	4	0,78	0,92	0,72	0,17	0,24	2,32
MÉDIA		0,76	0,80	0,61	0,30	0,51	5,02

Grupo Panavia / amostra 2

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,77	0,90	0,69	0,09	0,13	1,27
2	4	0,76	0,79	0,60	0,05	0,08	0,82
3	4	0,92	0,79	0,73	0,06	0,08	0,81
4				0,00		#DIV/0!	0,00
5				0,00		#DIV/0!	0,00
6				0,00		#DIV/0!	0,00
7				0,00		#DIV/0!	0,00
8				0,00		#DIV/0!	0,00
9				0,00		#DIV/0!	0,00
10				0,00		#DIV/0!	0,00
11				0,00		#DIV/0!	0,00
12				0,00		#DIV/0!	0,00
13				0,00		#DIV/0!	0,00
14				0,00		#DIV/0!	0,00
15				0,00		#DIV/0!	0,00
MÉDIA		xx	Xx	xx	xx	xx	0,19

Grupo Panavia / amostra 3

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,91	1,07	0,97	0,20	0,21	2,01
2	4	0,94	1,04	0,98	0,23	0,24	2,31
3	4	0,87	0,93	0,81	0,11	0,14	1,33
4	4	0,90	0,92	0,83	0,07	0,08	0,83
5				0,00		#DIV/0!	0,00
6				0,00		#DIV/0!	0,00
7				0,00		#DIV/0!	0,00
8				0,00		#DIV/0!	0,00
9				0,00		#DIV/0!	0,00
10				0,00		#DIV/0!	0,00
11				0,00		#DIV/0!	0,00
12				0,00		#DIV/0!	0,00
13				0,00		#DIV/0!	0,00
14				0,00		#DIV/0!	0,00
15				0,00		#DIV/0!	0,00
MÉDIA		xx	Xx	xx	xx	xx	0,43

Grupo Alloy Primer+Panavia / amostra 1

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,76	0,71	0,54	0,67	1,24	12,18
2	4	0,91	1,10	1,00	0,59	0,59	5,78
3	4	0,70	0,79	0,55	0,74	1,34	13,13
4	4	0,76	0,84	0,64	0,44	0,69	6,76
5	4	0,72	0,79	0,57	0,67	1,18	11,56
6	4	0,80	1,11	0,89	0,86	0,97	9,50
7	4	0,80	0,84	0,67	0,22	0,33	3,21
8	4	0,85	0,73	0,62	0,65	1,05	10,28
9	4	0,76	0,81	0,62	0,54	0,88	8,61
10	4	0,77	0,90	0,69	0,44	0,63	6,23
11	4	0,75	0,84	0,63	0,18	0,29	2,80
12	4	0,81	0,79	0,64	0,57	0,89	8,74
13	4	0,76	0,79	0,60	0,32	0,53	5,23
14	4	0,75	0,76	0,57	0,43	0,75	7,40
15	4	0,77	0,82	0,63	0,40	0,63	6,21
MÉDIA		0,78	0,84	0,66	0,51	0,80	7,84

Grupo Alloy Primer+Panavia / amostra 2

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	5	0,90	0,74	0,67	0,59	0,89	8,69
2	4	0,76	0,81	0,62	0,16	0,26	2,55
3	5	0,90	0,88	0,79	0,36	0,45	4,46
4	4	0,79	0,74	0,58	0,24	0,41	4,03
5	5	0,91	0,92	0,84	0,25	0,30	2,93
6	4	0,90	0,88	0,79	0,12	0,15	1,49
7	4	0,76	0,89	0,68	0,15	0,22	2,18
8	4	0,67	0,77	0,52	0,29	0,56	5,51
9	4	0,97	0,93	0,90	0,33	0,37	3,59
10	4	0,95	0,82	0,78	0,71	0,91	8,94
11	4	0,86	0,73	0,63	0,29	0,46	4,53
12	4	0,93	0,92	0,86	0,18	0,21	2,06
13	4	0,80	0,70	0,56	0,33	0,59	5,78
14	5	0,94	0,80	0,75	0,83	1,10	10,83
15	6	0,93	0,90	0,84	0,89	1,06	10,43
MÉDIA		0,86	0,83	0,72	0,38	0,53	5,20

Grupo Alloy Primer+Panavia / amostra 3

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	5	0,66	0,86	0,57	0,19	0,33	3,28
2	6	0,84	0,90	0,76	1,04	1,38	13,50
3	6	0,87	0,83	0,72	0,24	0,33	3,26
4	5	0,80	0,85	0,68	0,26	0,38	3,75
5	6	0,87	0,90	0,78	0,20	0,26	2,51
6	5	0,81	0,58	0,47	0,21	0,45	4,39
7	6	0,79	0,83	0,66	1,10	1,68	16,46
8	5	0,94	0,89	0,84	0,86	1,03	10,08
9	5	0,77	0,67	0,52	0,33	0,64	6,28
10	6	0,77	0,86	0,66	0,74	1,12	10,96
11	5	0,79	0,85	0,67	0,09	0,13	1,31
12	5	0,87	0,86	0,75	0,60	0,80	7,87
13	5	0,86	0,79	0,68	0,32	0,47	4,62
14	5	0,81	0,62	0,50	0,54	1,08	10,55
15	6	0,90	0,89	0,80	1,47	1,84	18,00
MÉDIA		0,82	0,81	0,67	0,55	0,79	7,79

Grupo NaOH+Panavia / amostra 1

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,82	0,82	0,67	0,52	0,77	7,59
2	4	0,84	0,91	0,76	0,40	0,52	5,13
3	4	0,83	0,83	0,69	0,53	0,77	7,55
4	6	0,84	0,93	0,78	0,80	1,02	10,05
5	5	0,93	0,94	0,87	0,65	0,74	7,29
6	4	0,85	0,76	0,65	0,82	1,27	12,45
7	4	0,84	0,84	0,71	0,93	1,32	12,93
8	4	0,91	0,84	0,76	0,26	0,34	3,34
9	4	0,79	0,82	0,65	0,51	0,79	7,72
10	4	0,82	0,82	0,67	0,19	0,28	2,77
11	4	0,82	0,91	0,75	0,82	1,10	10,78
12	6	0,89	0,92	0,82	0,90	1,10	10,78
13	4	0,79	0,83	0,66	0,53	0,81	7,93
14	4	0,88	0,81	0,71	0,40	0,56	5,51
15	4	0,83	0,82	0,68	0,63	0,93	9,08
MÉDIA		0,85	0,85	0,72	0,59	0,82	8,06

Grupo NaOH+Panavia / amostra 2

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,82	0,86	0,71	0,20	0,28	2,78
2	4	0,80	0,74	0,59	0,41	0,69	6,79
3	5	0,75	0,75	0,56	0,26	0,46	4,53
4	5	0,74	0,77	0,57	0,19	0,33	3,27
5	5	0,75	0,75	0,56	0,12	0,21	2,09
6	4	0,84	0,75	0,63	0,21	0,33	3,27
7	4	0,77	0,75	0,58	0,12	0,21	2,04
8	5	0,70	0,73	0,51	0,15	0,29	2,88
9	4	0,87	0,75	0,65	0,71	1,09	10,67
10	4	0,83	0,84	0,70	0,18	0,26	2,53
11	4	0,76	0,80	0,61	0,50	0,82	8,07
12	4	0,75	0,86	0,65	0,28	0,43	4,26
13	4	0,79	0,80	0,63	0,65	1,03	10,09
14	4	0,81	0,75	0,61	0,19	0,31	3,07
15	4	0,76	0,76	0,58	0,31	0,54	5,27
MÉDIA		0,78	0,78	0,61	0,30	0,49	4,77

Grupo NaOH+Panavia / amostra 3

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	6	0,82	0,93	0,76	0,19	0,25	2,44
2	5	0,77	0,83	0,64	0,17	0,27	2,61
3	6	0,82	0,84	0,69	0,33	0,48	4,70
4	6	0,78	0,81	0,63	0,69	1,09	10,71
5	6	0,73	0,80	0,58	0,19	0,33	3,19
6	6	0,84	0,81	0,68	0,33	0,49	4,76
7	6	0,82	0,85	0,70	0,35	0,50	4,93
8	5	0,91	0,85	0,77	0,17	0,22	2,16
9	6	0,86	0,82	0,71	0,26	0,37	3,62
10	4	0,76	0,73	0,55	0,16	0,29	2,83
11	5	0,83	0,86	0,71	0,21	0,29	2,89
12	5	0,77	0,86	0,66	0,15	0,23	2,22
13	6	0,85	0,82	0,70	0,12	0,17	1,69
14	6	0,80	0,79	0,63	0,48	0,76	7,45
15	6	0,86	0,82	0,71	0,27	0,38	3,76
MÉDIA		0,81	0,83	0,68	0,27	0,41	4,00

Grupo TBAH+Panavia / amostra 1

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,80	0,79	0,63	0,09	0,14	1,40
2	4	0,80	0,87	0,70	0,40	0,57	5,64
3	6	0,78	0,74	0,58	0,08	0,14	1,36
4	4	0,80	0,80	0,64	0,73	1,14	11,19
5	4	0,84	0,83	0,70	0,18	0,26	2,53
6	4	0,75	0,82	0,62	0,86	1,40	13,72
7	6	0,82	0,88	0,72	0,42	0,58	5,71
8	6	0,78	0,82	0,64	0,24	0,38	3,68
9	5	0,85	0,82	0,70	0,19	0,27	2,67
10	4	0,85	0,82	0,70	0,68	0,98	9,57
11	4	0,78	0,82	0,64	0,23	0,36	3,53
12	4	0,82	0,84	0,69	0,42	0,61	5,98
13	4	0,83	0,82	0,68	0,15	0,22	2,16
14	4	0,90	0,79	0,71	0,70	0,98	9,66
15	4	0,92	0,85	0,78	0,21	0,27	2,63
MÉDIA		0,82	0,82	0,67	0,37	0,55	5,43

Grupo TBAH+Panavia / amostra 2

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	6	0,80	0,82	0,66	0,26	0,40	3,89
2	4	0,90	0,92	0,83	0,78	0,94	9,24
3	4	0,79	0,69	0,55	1,50	2,75	27,00
4	4	0,79	0,63	0,50	0,28	0,56	5,52
5	4	0,78	0,85	0,66	1,22	1,84	18,05
6	4	0,86	0,90	0,77	0,52	0,67	6,59
7	4	0,80	0,84	0,67	0,48	0,71	7,01
8	4	0,77	0,94	0,72	1,59	2,20	21,55
9	6	0,90	0,87	0,78	1,40	1,79	17,54
10	4	0,80	0,94	0,75	0,17	0,23	2,22
11	4	0,90	0,93	0,84	1,02	1,22	11,95
12	4	0,91	0,84	0,76	0,57	0,75	7,32
13	4	0,92	0,84	0,77	0,92	1,19	11,68
14	4	0,82	0,85	0,70	0,21	0,30	2,96
15	4	0,84	0,92	0,77	0,48	0,62	6,09
MÉDIA		0,84	0,85	0,72	0,76	1,08	10,57

Grupo TBAH+Panavia / amostra 3

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	6	0,79	0,84	0,66	0,49	0,74	7,24
2	4	0,87	0,87	0,76	1,50	1,98	19,44
3	6	0,85	0,84	0,71	1,05	1,47	14,43
4	6	0,76	0,79	0,60	1,03	1,72	16,83
5	6	0,86	0,85	0,73	0,91	1,24	12,21
6	6	0,85	0,85	0,72	0,96	1,33	13,03
7	6	0,90	0,80	0,72	0,87	1,21	11,85
8	6	0,78	0,78	0,61	0,89	1,46	14,35
9	2	0,76	0,76	0,58	0,79	1,37	13,42
10	6	0,90	0,72	0,65	1,13	1,74	17,11
11	6	0,95	0,80	0,76	1,89	2,49	24,40
12	6	0,79	0,81	0,64	1,36	2,13	20,85
13	4	0,89	0,82	0,73	1,70	2,33	22,85
14	4	0,84	0,89	0,75	1,57	2,10	20,60
15	6	0,88	0,81	0,71	1,13	1,59	15,55
MÉDIA		0,84	0,82	0,69	1,15	1,66	16,28

Grupo NaOH+Ap+Panavia / amostra 1

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	6	0,87	0,74	0,64	1,54	2,39	23,47
2	6	0,86	0,96	0,83	1,69	2,05	20,08
3	6	0,91	1,03	0,94	1,42	1,51	14,86
4	6	0,75	0,82	0,62	0,76	1,24	12,12
5	4	0,99	0,91	0,90	1,40	1,55	15,24
6	4	0,76	0,89	0,68	1,24	1,83	17,98
7	4	0,89	0,92	0,82	1,46	1,78	17,49
8	4	0,88	0,88	0,77	1,92	2,48	24,32
9	6	1,01	0,78	0,79	1,58	2,01	19,67
10	4	0,95	0,84	0,80	2,39	2,99	29,38
11	6	0,79	0,92	0,73	1,37	1,88	18,49
12	6	0,79	0,98	0,77	1,44	1,86	18,25
13	4	0,74	1,00	0,74	1,93	2,61	25,59
14	6	0,98	0,88	0,86	2,32	2,69	26,39
15	6	0,83	0,75	0,62	1,81	2,91	28,52
MÉDIA		0,87	0,89	0,77	1,62	2,12	20,79

Grupo NaOH+Ap+Panavia / amostra 2

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	5	0,70	0,72	0,50	0,99	1,96	19,27
2	4	0,84	0,89	0,75	0,42	0,56	5,51
3	4	0,98	0,84	0,82	1,48	1,80	17,64
4	5	0,72	0,93	0,67	1,45	2,17	21,24
5	5	0,79	0,81	0,64	0,88	1,38	13,49
6	6	0,78	0,90	0,70	1,38	1,97	19,28
7	5	0,79	0,88	0,70	0,73	1,05	10,30
8	6	0,93	0,85	0,79	0,82	1,04	10,18
9	6	0,86	0,83	0,71	1,17	1,64	16,08
10	5	0,94	0,90	0,85	1,17	1,38	13,57
11	4	0,90	1,19	1,07	1,37	1,28	12,55
12	5	0,73	0,97	0,71	1,47	2,08	20,37
13	5	0,72	0,81	0,58	0,83	1,42	13,96
14	6	0,89	0,92	0,82	1,23	1,50	14,74
15	5	0,80	0,71	0,57	1,20	2,11	20,73
MÉDIA		0,82	0,88	0,73	1,11	1,56	15,26

Grupo NaOH+Ap+Panavia / amostra 3

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	5	0,78	0,82	0,64	1,34	2,10	20,55
2	6	0,80	0,87	0,70	0,57	0,82	8,03
3	6	0,78	0,84	0,66	1,40	2,14	20,96
4	6	0,78	0,91	0,71	1,42	2,00	19,63
5	6	0,91	0,78	0,71	1,57	2,21	21,70
6	6	0,69	0,85	0,59	1,89	3,22	31,61
7	6	0,78	0,82	0,64	1,03	1,61	15,80
8	6	0,81	0,83	0,67	1,15	1,71	16,78
9	6	0,83	0,75	0,62	1,74	2,80	27,42
10	6	0,80	0,82	0,66	0,51	0,78	7,63
11	5	0,71	0,84	0,60	0,87	1,46	14,31
12	6	0,81	0,75	0,61	2,43	4,00	39,24
13	6	0,86	0,81	0,70	2,27	3,26	31,97
14	5	0,77	0,79	0,61	1,91	3,14	30,80
15	6	0,78	0,79	0,62	0,97	1,57	15,44
MÉDIA		0,79	0,82	0,65	1,40	2,19	21,46

Grupo TBAH+Ap+Panavia / amostra 1

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	4	0,73	0,82	0,60	0,81	1,35	13,27
2	4	0,76	0,83	0,63	1,20	1,90	18,66
3	6	0,75	0,75	0,56	0,81	1,44	14,13
4	6	0,75	0,79	0,59	0,73	1,23	12,09
5	4	0,91	0,82	0,75	1,10	1,47	14,46
6	4	0,73	0,85	0,62	1,02	1,64	16,13
7	6	0,71	0,72	0,51	1,14	2,23	21,88
8	6	0,82	0,65	0,53	0,91	1,71	16,75
9	6	0,82	0,78	0,64	1,27	1,99	19,48
10	6	0,73	0,68	0,50	0,98	1,97	19,37
11	6	0,97	0,70	0,68	1,04	1,53	15,03
12	6	0,83	0,87	0,72	1,12	1,55	15,22
13	4	0,85	0,84	0,71	0,75	1,05	10,30
14	4	1,00	0,85	0,85	1,04	1,22	12,00
15	4	0,87	0,74	0,64	0,71	1,10	10,82
MÉDIA		0,82	0,78	0,64	0,98	1,56	15,31

Grupo TBAH+Ap+Panavia / amostra 2

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa

1	6	0,71	0,86	0,61	1,16	1,90	18,64
2	6	0,78	0,73	0,57	1,43	2,51	24,64
3	4	0,83	0,79	0,66	0,54	0,82	8,08
4	4	0,77	0,77	0,59	0,92	1,55	15,22
5	4	0,75	0,80	0,60	0,98	1,63	16,02
6	4	0,83	0,93	0,77	0,81	1,05	10,29
7	2	0,75	0,75	0,56	0,93	1,65	16,22
8	4	0,79	0,68	0,54	0,86	1,60	15,70
9	6	0,90	0,82	0,74	1,53	2,07	20,34
10	4	0,83	0,83	0,69	0,57	0,83	8,12
11	6	0,81	0,83	0,67	1,34	1,99	19,55
12	4	0,76	0,84	0,64	0,51	0,80	7,84
13	6	0,87	0,80	0,70	1,02	1,47	14,38
14	4	0,87	0,90	0,78	0,99	1,26	12,40
15	6	0,86	0,83	0,71	1,74	2,44	23,91
MÉDIA		0,81	0,81	0,66	1,02	1,57	15,42

Grupo TBAH+Ap+Panavia / amostra 3

Amostra #	P fratura	X	Y	XY	Kgf	Kg/XY	Mpa
1	6	0,85	0,61	0,52	0,77	1,49	14,57
2	6	0,76	0,78	0,59	0,86	1,45	14,23
3	6	0,77	0,82	0,63	1,04	1,65	16,16
4	6	1,01	0,76	0,77	1,97	2,57	25,18
5	4	0,60	0,75	0,45	0,83	1,84	18,09
6	6	0,88	0,76	0,67	0,95	1,42	13,93
7	6	0,83	0,83	0,69	1,74	2,53	24,78
8	6	0,84	1,03	0,87	1,38	1,60	15,65
9	4	0,74	0,88	0,65	1,29	1,98	19,43
10	6	0,75	0,58	0,44	0,77	1,77	17,36
11	4	0,76	0,74	0,56	0,74	1,32	12,91
12	4	0,74	0,82	0,61	1,04	1,71	16,81
13	6	0,79	0,74	0,58	1,34	2,29	22,49
14	4	0,72	0,79	0,57	0,94	1,65	16,21
15	5	0,76	0,90	0,68	0,78	1,14	11,19
MÉDIA		0,79	0,79	0,62	1,10	1,76	17,27

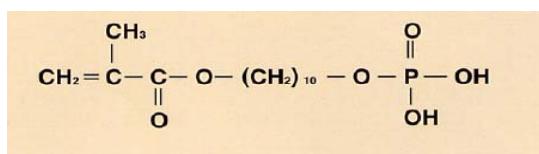
Anexo 3. Análise de Variância para o tempo de 72 horas

Causa	GL	Soma dos			
		Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Pr > F
Modelo	11	807.5012889	73.4092081	14.09	<.0001
Resíduo	24	125.0290000	5.2095417		
Total	35	932.5302889			

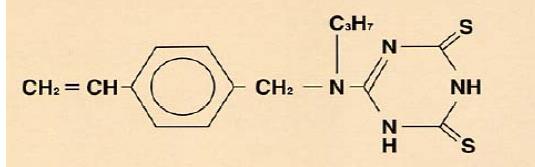
Anexo 4. Análise de Variância para o tempo de 60d+TC

Causa	GL	Soma dos			
		Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Pr > F
Modelo	11	2926.925056	266.084096	18.82	<.0001
Resíduo	24	339.350267	14.139594		
Total	35	3266.275322			

Anexo 5. Moléculas de MDP e VBATDT presentes no Alloy Primer (ilustrações fornecidas pelo fabricante).

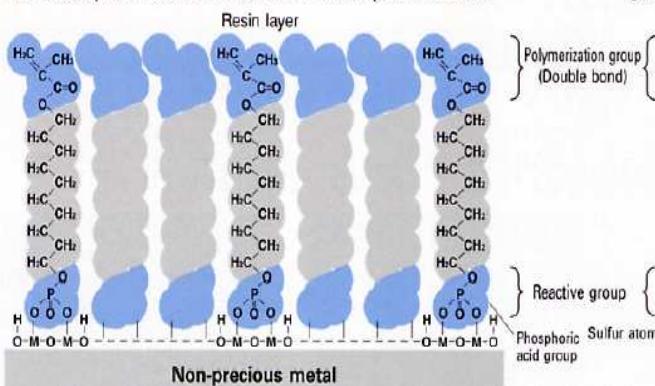


Molécula de MDP



Molécula de VBATDT

● Chemisorption Mechanism of MDP to Non-precious Metal



● Chemisorption Mechanism of VBATDT to Precious Metal

