

Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico

Fabício Rogério da Cruz Leite

Resistência à tração de *Coping* em zircônia cimentados com diferentes cimentos resinosos sobre bases de titânio

CURITIBA
2016

Fabício Rogério da Cruz Leite

Resistência à tração de *Coping* em zircônia cimentados com diferentes cimentos resinosos sobre bases de titânio

Dissertação apresentada ao Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração: Implantodontia.
Orientador: Prof. Dr. Sérgio Rocha Bernardes

CURITIBA
2016

Leite, Fabrício Rogério da Cruz.

L533r

Resistência à tração de *Coping* em zircônia cimentados com diferentes cimentos resinosos sobre bases de titânio. 2016

52 f.: il.; 31 cm

Dissertação (mestrado) – Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico – Programa de Pós - Graduação em Odontologia - Área de Concentração: Implantodontia. Curitiba, 2016

Orientador: Prof Dr. Sérgio Rocha Bernardes.

Bibliografia

1. Cimento. 2. Tração. 3. Implantes dentários. I. Título.

Fabrcio Rogrio da Cruz Leite

Resistncia à tração de *Coping* em zircônia cimentados com diferentes cimentos resinosos sobre bases de titânio

Presidente da banca (Orientador): Prof. Dr. Sérgio Rocha Bernardes

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rubens Moreno de Freitas

Prof. Dr. Vitor Coró

Aprovada em: 23/09/2016

Dedicatória

À minha esposa **Lívia Ribeiro Vieira Leite** que sempre esteve ao meu lado, apoiando incondicionalmente e cuidando de tudo nos momentos de ausência. Parceira de toda vida e para toda a vida! Obrigado meu amor!!!

Às minhas filhas: **Fabírcia** (presente de Deus); **Manuela** (minha Princesa); e **Pietra** (meu Anjo), que são a motivação na busca de melhorar sempre, obrigado meus amores!!!

Agradecimentos

Primeiro quero agradecer a DEUS por mais esta etapa vencida. Obrigado Senhor.

Aos meus pais José Leite e Doralice da Cruz Leite pelo suporte e apoio em todos os momentos de minha vida. Amo vocês.

Ao Dr. Geninho Thomé pelas primeiras oportunidades no mundo da implantodontia.

Ao Dr. Jaques Luiz por ter acreditado em mim deste o começo, pela parceria, pelos conhecimentos e pela amizade, muito obrigado.

Ao Dr. Luis Eduardo Padovan, que conseguiu me fazer enxergar a docência com outros olhos, profissional exemplar e uma pessoa que todos deveriam conhecer melhor, meu muito obrigado.

Ao Dr. Sérgio Rocha Bernardes pelo suporte e orientações, muito obrigado

A Dra. Ana Cláudia, que com uma maneira toda especial, consegue cobrar e motivar ao mesmo tempo, a Sra. realmente é uma pessoa ímpar. Obrigado.

Aos amigos e parceiros neste trabalho e em tantos outros momentos, Adércio e Izabel Buche, obrigado por deixar as portas do Laboratório Adércio Buche sempre abertas.

Eu iria dizer aos meus colegas de turma, porém, depois de dois anos, tenho certeza que este agradecimento deve ser feito aos meus amigos hoje mestres (Andrew, Daniele, Cindy, Mariana, Humberto, Paulino, Silvio, Diego, Vanessa, Carolina, Marcelo, Leonardo, Marcos), pessoas que chegaram cada uma com seu jeito e conquistaram um lugar especial na minha história de vida. Amo vocês.

Ao ILAPEO e seus funcionários pelo suporte, estrutura e carinho que nos acolheram por estes anos de curso.

A NEODENT, pelo fornecimento dos materiais e pelo suporte na realização deste projeto. Principalmente na pessoa do Jeison Sanders L´ Hoste dos Santos, Técnico de Laboratório.

Agradecimento especial ao trio Black Masters (Andrew e Dani) parceria para a vida.

Sumário

Resumo

1. Introdução.....	8
2. Revisão de Literatura.....	10
3. Proposição.....	20
4. Materiais e Métodos.....	22
5. Artigo Científico.....	27
6. Referências.....	50
7. Anexos.....	52

Resumo

Este trabalho teve como principal objetivo avaliar o comportamento de três diferentes tipos de cimentos (PANAIVIA F 2.0, RELYX U200 E MULTILINK) em um ensaio de tração de *copings* em zircônia produzida através do sistema CAD/CAM e cimentada em bases de titânio para implantes de hexágono externo (HE). Para realizar este estudo foram confeccionados 30 corpos de prova, sendo estes formados por um análogo do implante HE em titânio, uma base em titânio, parafuso com tratamento em carbono e um *coping* em zircônia e cada um destes *copings* cimentados com um dos três tipos de cimento, formando assim 3 grupos diferentes. Após o processo de cimentação estes corpos de prova foram levados para um ensaio de tração onde estes *copings* sofreram uma força no sentido axial com velocidade de 0,5 mm/, os valores encontrados foram, na média de 194,1 N para o cimento Panávia, 401,2 N para o cimento Multilink e 1130,2 N para o cimento U200, com melhores resultados para o cimento U200.

Palavras-chave: Cimento, Tração, Implantes Dentários.

Abstract

This work aimed to evaluate the behavior of three different types of cements (PANAVIA F 2.0 RelyX U200 and MULTILINK) in a copings tensile test in Zirconia produced by the CAD / CAM system and cemented in base titanium for external hex implants (HE). To carry out this study were prepared 30 specimens, which are formed by an analogue HE implant titanium, one based on titanium screw with treatment of carbon and one zirconia coping and each of these cemented copings with one of three types of cement, thereby forming 3 different groups. After the process of cementing these specimens were taken to a tensile test where these copings suffered a force in the axial direction with a speed of 0.5 mm /, the values were on average of 194.1 N for Panavia, 401.2 N for the Multilink cement and 1130.2 N for cement U200, reaching the conclusion that there was a statistical difference between the cements tested with $p < 0.01$.

Key Worlds: Cement, Traction, Dental Implants.

1. Introdução

A busca por estética tem feito com que o uso de infraestruturas brancas seja cada vez mais freqüente. Por ser um material de alta resistência e boa compatibilidade a zircônia (Zr) tem mostrado uso crescente na odontologia (DE AZA, CHEVALIER & FANTOZZI 2002), além de possuir excelente relação com a cor dos tecidos adjacentes (CHEVALIER & REMILLARD 2009). No entanto este tipo de material (Zr) tem alto grau de dureza exigindo assim sistemas de produção por usinagem (HANNINK, 2000). Essa necessidade fez com que os sistemas de produção do tipo CAD/CAM (CAD - desenho auxiliado por computador, CAM manufatura associada por computador) sofresse grande desenvolvimento. A introdução do sistema CAD/CAM na odontologia facilitou a utilização de cerâmica à base de zircônia tetragonal poli cristalina estabilizada com ítria (Y-TZP) (VOLPATO et al., 2012). Esta tecnologia foi introduzida na odontologia com o objetivo principal de automatizar e padronizar o processo de fabricação, e com isso produzir restaurações de elevada qualidade e reduzir os custos de produção (CARVALHO et al., 2012).

No entanto, alguns trabalhos sugerem que, devido à diferença de dureza, a Zr pode causar desgastes excessivos na plataforma dos implantes de Ti, quando submetidos a ensaios cíclicos (ALVES, 2014).

Para solucionar esse problema foi sugerido que uma peça em titânio seja incorporada entre o implante e a estrutura em Zr resolvendo também as diferentes tolerâncias de usinagem entre os materiais na produção (CORREIA et al., 2006; BEUER et al., 2008)

Assim sendo, as empresas passaram a produzir bases em Ti que se adaptam as plataformas dos implantes e que possuam em sua parte coronária um formato específico para receber estruturas em Zr que, depois de produzidas, serão cimentadas as bases. Essas peças receberam o nome de Ti bases.

Apesar das vantagens relatadas para a utilização destas bases entende-se que outro problema surge: o fato de haver a necessidade de um meio cimentante eficiente entre a base de ti e a estrutura em Zr (BEUER et al., 2008; ALVES, 2014).

Sendo assim, dentro deste contexto, compreendendo a importância de se conhecer o quanto os agentes cimentante são confiáveis, escolhemos 3 cimentos resinosos de diferentes marcas para realizar este estudo.

2. Revisão da Literatura

Kern e Thompson (1995) estudaram a resistência à tração entre a cerâmica aluminizada infiltrada de vidro In-Ceram[®] (Vita) e cimentos resinosos, para isto foram confeccionados blocos da cerâmica nos quais foram realizados diferentes tratamentos de superfície, como o microjateamento com óxido de alumínio de 110 µm, sistema Rocatec[®] (Espe), ácido sulfúrico 70% por 120s, associado com os cimentos resinosos Panavia EX[®] (Kuraray) ou Microfil-Pontic[®] (Heraeus-Kulzer). E constataram que as amostras microjateadas e cimentadas com o cimento resinoso Panavia EX[®], que apresenta monômeros fosfatados, obtiveram os maiores valores de resistência de união, sendo estáveis diante da termociclagem realizada. Das amostras unidas com o cimento resinoso Microfil-Pontic[®], aquelas silicatizadas com o sistema Rocatec[®] apresentaram maiores valores de resistência de união e o tratamento com ácido sulfúrico a 70% não promoveu união estável.

Kern e Wegner (1998) perceberam que os resultados foram ruins em relação a resistência adesiva quando cerâmicas de zircônia estabilizada por Ítria (ZPEI) foram somente jateadas previamente à cimentação adesiva, sendo que após 150 dias de imersão em água e 37.500 termociclos (entre 5 e 55°C) todas as amostras descolaram. Por outro lado, quando empregado o jateamento associado a um cimento contendo monômero fosfatado, os resultados passam a ser bem melhores, com alta resistência adesiva mantida inclusive após termo ciclagens diversa (3, 14, 15, 17,19 dias). Demonstrando que a associação entre adesão química e jateamento parece ser a mais vantajosa para as cerâmicas ZPEI.

Krämer, Lohbauer e Frankenberger (2000) fizeram uma revisão da literatura de vários estudos relevantes *in vitro* e estudos *in vivo* que permite uma visão geral das possibilidades e limitações das restaurações indiretas cimentadas adesivamente, onde obtiveram como resultado deste estudo que cimentos à base de resina são o material de escolha para a cimentação adesiva. O uso de compômeros é questionável devido à

expansão higroscópica e possível formação de *crack* comprovado tanto *in vitro* e como *in vivo*, e que o tratamento das cerâmicas com ácidos e adesivos se mostraram promissores por períodos superiores a 10 anos.

Ergin e Gemalmaz (2002) investigaram as propriedades de cinco cimentos utilizados para cimentação de *copings* metálicos de liga nobre de AuAgPd e básica de NiCr sobre preparos curtos e com pouca retenção (33° de inclinação) em dentes humanos (pré-molares) recém-extraídos. Os cimentos testados foram: Phosphate cement, Heraeus Kulzer (Hanau, Alemanha); Meron, Voco (Cuxhaven, Alemanha); Principle, Dentsply (chicago USA); Fuji Plus, GC Corporation (Tóquio, Japão) e Avanto, Voco (Cuxhaven, Alemanha), utilizados de acordo com as recomendações dos fabricantes e cimentados sobre os preparos com uma pressão de 5 Kg, durante 10 minutos. Após a cimentação os exemplares foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas e em seguida submetidos a 5.000 ciclos térmicos de 5° a 55°C com intervalos de imersão de 30 segundos, antes dos ensaios mecânicos de tração. As médias de forças de deslocamento para os *copings* de AuAgPd e NiCr foram respectivamente 120,88 N e 143,09 N para o cimento de fosfato de zinco; 135,45 N e 150,38 N para o Principle; 145,88 N e 220,71 N para o Meron; 276,85 N e 225,61 N para o Avanto e 300,92 N e 381,02 N para o Fuji Plus. O cimento Fuji Plus apresentou a maior resistência à tração dentre os cimentos testados.

Borges et al. (2003) estudaram o efeito do condicionamento com jato de partículas de óxido de alumínio (Al_2O_3) ou com ácido fluorídrico na microestrutura de diferentes cerâmicas odontológicas. E observaram que o jateamento com Al_2O_3 nas superfícies da In-Ceram Alumina® e In-Ceram Zircônia® não é capaz de modificar as características morfológicas dessas superfícies, deixando-as semelhantes à superfície das amostras que não receberam tratamento superficial algum. Nas cerâmicas vítreas, foi observado que dependendo do tipo de reforço e sua concentração o tempo de condicionamento com ácido hidrófluorídrico pode ser reduzido.

Yildirim, Fischer e Marx (2003) compararam neste estudo a resistência mecânica dos pilares protéticos confeccionados em zircônia em relação aos pilares protéticos

confeccionados em alumina, Os pilares (10 de Al e 10 de Zr) foram colocados em implantes dentários tipo Brånemark e preparados para restauração com coroas de cerâmica (IPS Empress). Depois de confeccionadas, de acordo com as orientações do fabricante, as coroas foram cimentadas aos pilares de cerâmica com um cimento resinoso dual. As cargas de fratura (N) foram determinadas por aplicação da força a um ângulo de 30 graus com o uso de um dispositivo de teste universal controlado por computador, sendo encontrados valores de 280,1N para a alumina e 737,6N para os pilares em zircônia. Dentro das limitações deste estudo, os dois pilares de cerâmica ultrapassaram os valores estabelecidos para as forças máximas incisais relatados na literatura (90 a 370 N). Os pilares em Zr se mostraram ter duas vezes mais resistentes à fratura que o de Al.

Yanagida (2003) utilizaram três sistemas resinosos auto-polimerizáveis (Repairsin, Super-Bond C & B e Tokuso Rebase) em ensaios mecânicos de resistência ao cisalhamento com espécimes em forma de discos fundidos a partir de uma liga de titânio (Ti-6Al-7Nb). Esses discos foram unidos por esses sistemas associados a oito tipos de condicionadores de metais (Acryl Bond, All-Bond 2 Primer B, Alloy Primer, Cesead II Opaque Primer, Metafast Bonding Liner, Metal Primer II, MR Bond e Super-Bond liquid), formando 24 combinações diferentes. Metade dos exemplares foi submetida a ensaio de termociclagem com 20.000 ciclos alternados de 4°C e 6°C e a outra metade mantida em água destilada por 24 horas a 37°C antes do ensaio mecânico. Os resultados evidenciaram que a termociclagem influenciou significativamente, diminuindo a resistência de união em todos os exemplares. O uso dos condicionadores de metais aumentou a resistência de união nos sistemas Repairsin e Tokuso Rebase já para o sistema Super Bond C&B os valores das médias dos exemplares sem uso de condicionador foi semelhante aos demais onde foram aplicados os diferentes tipos de condicionadores com pequenas variações e os maiores valores de resistência foram registrados para as combinações Repairsin + Alloy Primer e Repairsin + Cesead II Opaque Primer.

Fonseca et al. (2004), fizeram um estudo comparativo da força adesiva de coroas metálicas fundidas cimentadas com cimentos resinosos. Onde foram utilizados três tipos de

cimentos resinosos de dupla polimerização (Scotchbond Resin Cement, Enforce e Panavia F), um cimento resinoso de polimerização química (Cement It) e um cimento de fosfato de zinco (Zinc Phosphate Cement) para a cimentação de cinquenta corpos de prova, sendo dez para cada cimento. O procedimento de cimentação foi padronizado com uma carga de 5 Kg durante dez minutos. Após a cimentação os corpos de prova foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 h. O cimento Panavia F (3.348N) e o Zinc Phosphat Cement (1.068N) apresentaram as maiores e menores médias de força adesiva, respectivamente. Os cimentos Scotchbond, Enforce e Cement It exibiram valores intermediários e semelhantes, porém diferentes estatisticamente dos demais materiais estudados. Portanto, parece oportuno referir que, embora os cimentos resinosos testados no estudo tenham proporcionado melhores resultados, em comparação com cimento de fosfato de zinco, mais pesquisas são certamente necessárias, incidindo sobre as diferentes propriedades destes materiais, a fim de estabelecer parâmetros mais seguros para o uso racional destes materiais para cimentação de restaurações metálicas fundidas.

Piwowarczyk, Lauer e Sorensen (2004) buscaram neste estudo verificar a força de cisalhamento de peças fundidas em ligas de ouro e diferentes cerâmicas odontológicas: óxido de alumínio de alta resistência (Procera AllCeram), leucita reforçada (IPS Empress), e dissilicato de lítio de vitrocerâmica (IPS Empress 2). Os agentes de cimentação testados foram um cimento de fosfato de zinco (de Fleck cimento zinco), cimento de ionômero de vidro (Fuji I, Ketac-Cem), ionômero de vidro modificado por resina (Fuji Plus, a Fuji Cem, RelyX Luting), cimentos resinosos (RelyX ARC, Panavia F, Variolink II, Compolute), e um cimento resinoso universal auto-adesivo (RelyX Unicem). Após 14 dias de armazenamento em água seguidos de ciclos térmicos, apenas o cimento auto-adesivo universal (RelyX Unicem) e 2 dos cimentos resinosos (Panavia F e Compolute) apresentaram forte resistência na união. Em contraste, o de fosfato de zinco, ionômero de vidro e cimento de ionômero de vidro modificado por resina apresentaram os menores valores de todos os agentes de cimentação testados após 14 dias de armazenamento de água seguido por ciclos térmicos.

Amaral et al. (2006) avaliaram o efeito de três métodos de condicionamento de superfície na resistência à micro tração entre cimento resinoso Panavia F e a cerâmica In-Ceram Zircônia: Trinta blocos (5 x 5 x 4 mm) de cerâmica In-Ceram Zirconia (In-Ceram Zirconia-INC-ZR, VITA) foram fabricados de acordo com as instruções do fabricante e duplicados em resina composta. Os grupos foram divididos de acordo com o tipo de tratamento. (1) abrasão com alumina 110µm + silanização; (2) revestimento de sílica com partículas 110µm (Rocatec Pré e Plus, 3M ESPE) + silanização; (3) revestimento de sílica com partículas 30µm (Cojet, 3M ESPE) + silanização. Os blocos de cerâmica-compósito foram cimentados com o cimento de resina (Panavia F) e armazenadas a 37 graus C, em água destilada durante 7 dias antes dos testes. Os testes de resistência de união foram realizados em uma máquina universal de ensaios (velocidade cross-cabeça: 1mm / min). As forças de ligação média dos espécimes de cada bloco foram analisadas estatisticamente pelo teste de análise de variância e teste de *Tukey* (alfa < ou = 0,05). O uso do jateamento tanto com 100 µm ou com 30 µm aumentou a resistência de união do cimento resinoso (24,6 +/- 2,7 MPa e 26,7 +/- 2,4 MPa, respectivamente) e a silanização aumentou em 20,5 +/- 3,8 Mpa. Como conclusão relataram que a silicatização, independentemente do sistema utilizado, seguida de silanização, promoveu um aumento significativo na resistência de união entre cerâmica e cimento resinoso em comparação ao jateamento com óxido de alumínio.

Kaar et al. (2006) avaliaram os cimentos e as forças retentivas antes e depois da ciclagem mecânica. A amostra era composta por 12 (n=12) conjuntos implante/pilar, divididos em 3 grupos, sendo 12 cilindros de ouro Cera-One cimentados com três tipos de cimentos (Improv, UltraTemp, e TempBond). A força necessária para remover os cilindros de ouro a partir dos pilares foi determinada com máquina de ensaio MTS. Três corpos-de-prova por vez eram testados, com carga de 110 N sendo aplicada aos cilindros de ouro, com frequência de 80 ciclos/min durante 50.000 ciclos. Em seguida, cada um dos cilindros foi removido do seu pilar e a força anotada. O procedimento foi repetido ao se atingir 300.000 ciclos. A força necessária para a remoção dos pilares foi significativamente diferente entre os grupos avaliados. O cimento mais retentivo foi o ImProv. Antes da ciclagem mecânica,

em média, o ImProv produziu um valor de retenção cerca de 85% maior do que a gerados pelo TempBond, e 25% maior do que o UltraTemp. Os três cimentos foram significativamente diferentes em cada um dos três níveis de ciclagem. Estes resultados podem sugerir que o TempBond pode ser o material de escolha para a cimentação preliminar, pois permite remoção mais fácil da prótese e mantém retenção suficiente para impedir o afrouxamento da restauração. A implicação clínica é que o efeito da ciclagem mecânica na resistência dos cimentos é diferente, sendo um fator importante na seleção de um cimento. O ImProv teve o maior valor de retenção antes e depois das duas ciclagens, e o TempBond apresentou a retenção mais baixa. O UltraTemp apresentou o maior valor de retenção percentual perdido.

Montenegro, Machado e Gouvêa (2008), investigaram a resistência à tração de quatro tipos de cimentos: [ionômero de vidro, Fuji I (GC); fosfato de zinco, Cimento LS (Vigodent); óxido de zinco sem eugenol, Rely X Temp NE (3M ESPE); e resinoso, Rely-X RCA (3M ESPE)]. Foram formados quatro grupos com cinco exemplares cada de acordo com cada tipo de agente de cimentação que foi usado na cimentação de cilindros de titânio sobre pilares similares ao tipo Ceraone em aço inoxidável. O procedimento de cimentação foi padronizado com uma carga estática de 2 N durante dois minutos. Em seguida os exemplares foram submetidos a um ensaio mecânico de tração a uma velocidade de 0.5 mm/min. Os maiores valores de união foram registrados para os exemplares cimentados com o cimento de fosfato de zinco (21,86 MPa média), seguido do cimento resinoso (12,95 MPa média), ionomérico (6,89 MPa média), e óxido de zinco sem eugenol (4,71 MPa média).

Heintze (2009) teve como objetivo revisar os fatores que influenciam a eficácia dos agentes de cimentação sobre a retenção de coroas em dentina preparada e, com base nos resultados da revisão, propor uma configuração experimental razoável. Procurou, no banco de dados MEDLINE, métodos laboratoriais que avaliaram a eficácia dos agentes de cimentação por retirar coroas de dentes extraídos e preparados. Dezoito estudos foram incluídos na revisão sistemática. Os estudos variaram em grande parte no que diz respeito

ao tipo de dente (molares, pré-molares), número de amostras (9-25), altura de cepa (3-6 mm), ângulo de convergência (4,8-33 graus), a normalização e medição de preparação de superfície, força de assentamento (25-200N), envelhecimento artificial, velocidade da força de tração e análise estatística. O coeficiente de variação dos resultados do teste variou de 3% a 100%. Os fatores mais importantes que influenciaram o deslocamento da coroa eram a altura da área de assentamento e ângulo de convergência, bem como o agente de cimentação. Panavia e RelyX Unicem geralmente produziram os maiores valores, seguido de ionômero de vidro e fosfato de zinco cimentos.

Gordilho, Mori e Contin (2009) afirmaram que a desadaptação marginal está relacionada aos diversos passos envolvidos no processo de fabricação, sejam eles clínicos ou laboratoriais, O objetivo desse trabalho foi realizar uma análise da literatura sobre a adaptação marginal dos principais sistemas de cerâmica pura. Após a avaliação dos trabalhos concluímos que a alta qualidade de adaptação marginal das restaurações é essencial para a saúde do órgão dentário e dos tecidos periodontais, e que em apenas dois trabalhos analisados, algumas restaurações de cerâmica pura não alcançaram alta qualidade de assentamento marginal, e, portanto, não estavam dentro dos limites de aceitabilidade clínica de 120µm. Após a análise dos trabalhos selecionados foi possível concluir que: Independente de como a restauração é produzida, seja por técnicas convencionais ou pela tecnologia CAD/CAM, sempre haverá certo grau de desadaptação marginal.

Inokoshi et al. (2014a) tiveram como objetivo avaliar o efeito de diferentes adesivos na durabilidade da cimentação em zircônia. As amostras de IPS e.max ZirCAD sinterizadas (Ivoclar Vivadent) foram submetidos à sílica tribochemical jacto de areia (CoJet, 3M ESPE). As amostras de zircônia foram adicionalmente tratadas com um dos quatro iniciadores de zircônia / adesivos (Clearfil Ceramic Primer, Kuraray Noritake; Monobond Plus, Ivoclar Vivadent; Scotchbond Universal, a 3M ESPE; Z-PRIME Plus, Bisco). Finalmente, dois blocos de zircônia idênticos pré-tratados foram colados com cimento resinoso (RelyX final, 3M ESPE). As amostras foram armazenadas em água destilada (7 dias, 37 ° C), e submetidos

a envelhecimento mecânico envolvendo tensão de tração cíclica (10 N, 10 Hz, 10.000 ciclos). Clearfil Ceramic Primer (Kuraray Noritake) e Monobond Plus (Ivoclar Vivadent) revelaram uma resistência de união significativamente maior do que Scotchbond Universal (3M ESPE) e Z-PRIME Plus (Bisco). Após envelhecimento, Clearfil Ceramic Primer (Kuraray Noritake) revelou a durabilidade da ligação mais estável. É altamente recomendado o uso de adesivos no processo de cimentação adesiva em peças de zircônia.

Inoskoshi et al. (2014) realizaram uma busca no PubMed e EMBASE onde encontraram 1.371 trabalhos em 144 jornais com o objetivo de avaliar técnicas de cimentação em zircônia onde a combinação do pré-tratamento mecânico e químico pareceu ser crucial para se obter ligação durável com a zircônia cerâmica. A escolha de cimento não foi revelada como um fator determinante após condições de envelhecimento, desde que seja utilizado cimento resinoso.

Ferreira et al. (2015) tiveram como objetivo avaliar a resistência de diferentes tipos de cimentos resinosos e das soldagens a laser no processo de união de estruturas fundidas em CoCro em cilindros de próteses implantosuportadas, submetidos a termociclagem. Os grupos foram divididos em: G1- Panávia, G2- Relyx U100, G3- Multilink, G4- Bifix e G5- soldagem a laser. Foi realizado um ensaio de tração em todas as amostras e os resultados obtidos não apresentaram diferença estatística e concluíram que os valores encontrados estão dentro do limite de resistência para uma aplicação clínica.

Özcan e Bernasconi (2015) realizaram uma pesquisa onde selecionaram 177 títulos, dos quais, 52 estudos foram selecionados. Foram encontrados 169 métodos de condicionamento de superfície diferentes, principalmente combinações de protocolos ar-abrasão e promotores adesivos (primários ou silanos) foram investigados. No total, o uso de 5 tipos de cimentos e 4 métodos de ensaio foram relatados. Com base nos resultados desta revisão sistemática, o aumento da adesão poderia ser esperado após o condicionamento físico de zircônia. Cimentos resinosos tendem a apresentar resultados mais elevados do que os de outros tipos de cimentos quando testado através de testes macro e microtração. Estudos de adesão em zircônia exigem mais estudos e dados mais padronizados.

Bielen et al. (2015) avaliaram o efeito de diferentes tratamentos mecânicos na durabilidade da ligação com a zircônia. Blocos de IPS sinterizados totalmente e.max ZirCAD (Ivoclar Vivadent) foram aleatoriamente jateados e divididos em 4 grupos: (1) sinterizados (controle), (2) jateada com 50 microns Al_2O_3 (Danville), (3) CoJet (3M ESPE) e (4) SilJet (Danville). As amostras de zircônia foram tratadas quimicamente usando um 10-MDP / silano cerâmica (Clearfil Ceramic Primer, Kuraray Noritake). Dois blocos de zircônia foram tratados e colados com cimento resinoso (RelyX final, 3M ESPE) e armazenadas em água destilada (7 dias, 37 ° C), e sofreram esforços cíclicos (10 N, 10 Hz , 10.000 ciclos). Posteriormente, a resistência de união foi testada. Conclui se que a superfície da zircônia tratada mecanicamente utilizando sílica de areia (CoJet, SilJet) resultou na durabilidade da ligação mais favorável de um cimento resinoso (RelyX Ultimate) para zircônia dental antes e após o envelhecimento.

Nobuaki, Keiichi e Takashi. (2015) tiveram como objetivo avaliar os efeitos da abrasão com alumina ou esferas de vidro a resistência de união de cimentos resinosos com materiais compósitos de CAD / CAM. Os blocos compostos [Cerasmart (CS) e Bloco HC (BHC)] foram pré-tratados como se segue: (a) sem tratamento (Nenhum), (b) aplicação de um primer de cerâmica (CP), (c) alumina-jateamento a 0,2 MPa (AB), (d) AB seguido pela CP (CP + AB), e (e) vidro-esferas de detonação de 0,4 MPa (GBB) seguido pela CP (GBB + CP). As amostras compostas foram ligados a discos resina compostos usando cimentos resinosos [G-CEM Cerasmart (GCCS) e ResiCem (RC)]. As forças de ligação após 24 h (TC 0) e após a ciclagem térmica (TC 10.000 em 4-60 ° C) foram medidas por ensaios de cisalhamento. Para ambos os materiais compósitos de CAD / CAM, o grupo Nenhum apresentou uma diminuição significativa na força de ligação após TC 10000 ($p < 0,05$). AB mostraram significativamente maior força de ligação após TC 10000 do que o grupo de Nenhum, enquanto a CP não ($p < 0,05$). GBB exibiram defeitos superficiais menores do que os AB; No entanto, as suas rugosidades de superfície que não foram significativamente diferentes ($p > 0,05$). O grupo AB + CP mostrou uma resistência de união significativamente maior após o TC 10.000 do que o grupo AB para RC ($p < 0,05$), mas não para GCCS. O

grupo GBB + CP apresentou a maior resistência de união para ambos os ciclos térmicos ($p < 0,05$). Foi concluído que o jateamento com esferas de vidro foi mais eficaz no aumento da durabilidade de ligação entre os cimentos resinosos e materiais compósitos.

Luthra e Kaur (2016) observaram que a ligação entre a cerâmica de alta resistência e cimento resinoso é difícil de alcançar. Nesta revisão eles tiveram como objetivo avaliar quais são os métodos que a literatura atual descreve para a ligação dos cimentos resinosos à cerâmica com alta resistência à flexão, tal como alumina infiltrada de vidro e zircônia. Pesquisas realizadas no PubMed, Google Search e handsearches.. Estudos a partir de janeiro de 1989 a junho 2015 foram incluídos. A literatura demonstrou que existem várias técnicas disponíveis para tratamentos de superfície, mas testes de resistência de união em diferentes investigações têm produzido resultados conflitantes. No âmbito desta revisão, não há nenhuma evidência para apoiar uma técnica universal de tratamento de superfície de cerâmica para cimentação adesiva. Uma combinação de tratamentos químicos e mecânicos pode ser a solução recomendada.

3. Proposição

3.1. Objetivo Geral:

Este estudo objetiva avaliar a resistência à tração de estruturas em Zr (NEODENT DIGITAL), cimentadas a bases de titânio (NEODENT-CURITIBA-BRASIL) de implantes de hexágono externo (HE) (NEODENT-CURITIBA-BRASIL), com 3 diferentes cimentos resinosos. Panavia F 2.0 (Kuraray Corporation, Osaka, Japão), Multilink (Ivoclar Vivadent Inc. Amberst, N.Y, EUA) e U200 (Relyx3M ESPE – St.Louis USA).

4. Materiais e Métodos

4.1. Materiais

Este é um estudo laboratorial *in vitro* onde foram utilizados 30 corpos de prova divididos em três grupos de 10 corpos, sendo cada grupo formado por 10 análogos de implante hexágono externo (HE) 4.1 em titânio (NEODENT Curitiba, Paraná, Brasil) (figura 1 A) nos quais foram adaptadas 10 bases em titânio do HE 4.1 (Ti bases, NEODENT) (Figura 1 B) e sobre estas bases foram produzidas 10 estruturas em Zr através do sistema CAD/CAM NEODENT DIGITAL (Neodent) (figura 1 C). Em cada grupo foram utilizados cimentos diferentes (quadro 1).

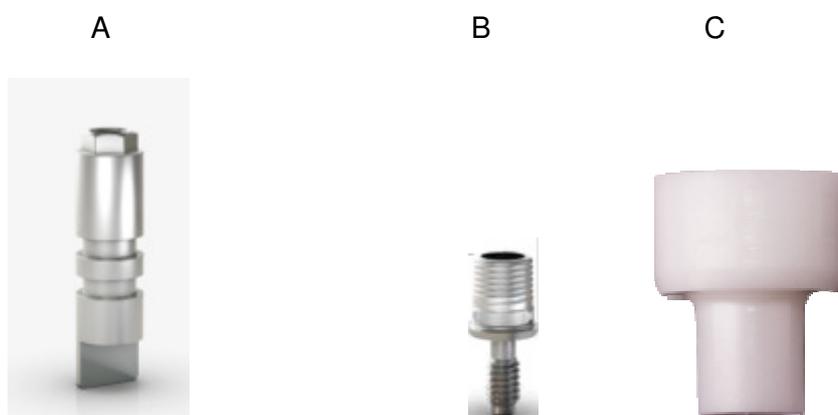


Figura 1 A- Análogo de implante HE 4.1

B- base titânio

C- Coping de zircônia

Quadro 1 - Grupo, nome comercial e fabricantes dos cimentos resinosos

Grupo	Nome Comercial	Fabricante
1	Panavia F 2.0	Kuraray Corporation, Osaka, Japão
2	Multilink	Ivoclar Vivadent Inc. Amherst, N.Y, EUA
3	U200 Relyx	3M ESPE – St.Louis USA

4.2. Método

Os *copings* em zircônia foram confeccionados através da técnica CAD/CAM (NEODENT DIGITAL) e padronizados, eles tem alças laterais para que fosse possível realizar a tração destes *copings* que foram cimentados nas bases de titânio após estas serem parafusadas em análogos também de titânio. (Figura 2 A-B)



Figura 2 A (análogo/base em Ti e *coping* Zr) B (análogo/base em Ti e *coping* Zr)

Para a cimentação as entradas dos parafusos foram protegidas com cera rosa tipo utilidade Wilson (polidental) (Cotia - São Paulo) (Figura 3 A). Os agentes cimentantes serão manipulados conforme manual do fabricante (Figura 3 B) e o cimento aplicado sobre a superfície das contrapartes a serem cimentadas até o contato final do *coping* com a base de titânio, com pressão digital (figura 4 A-B) mantendo em posição por cinco minutos. Não foi usado nenhum tipo de *primer* para nenhuma das marcas de cimento utilizadas. O excesso de material foi removido, liberando a entrada do parafuso de fixação para todos os corpos cimentados da amostra (Figura 5) e os cimentos Multilink e U200 foram foto polimerizados por 60 segundos, o panávia aplicou-se o oxigard.

A



Figura 3 A (proteção do parafuso com cera)

B



B (manipulação do cimento)

A



Figura 4 A (aplicação do cimento no coping)

B



B (aplicação do cimento no na base)



Figura 5 (remoção do excesso de cimento)

Após o processo de cimentação os corpos de prova foram submetidos a um ensaio de tração no sentido axial em uma máquina de tracionamento universal. (Figura 6 A) (Mecmesin, Modelo: Multitest 2.5-xt) (figura 6 B) com velocidade de 0,5 mm/min até que o *coping* fosse deslocado das bases (figura 7 A-B). Os resultados foram registrados em Newton (N).

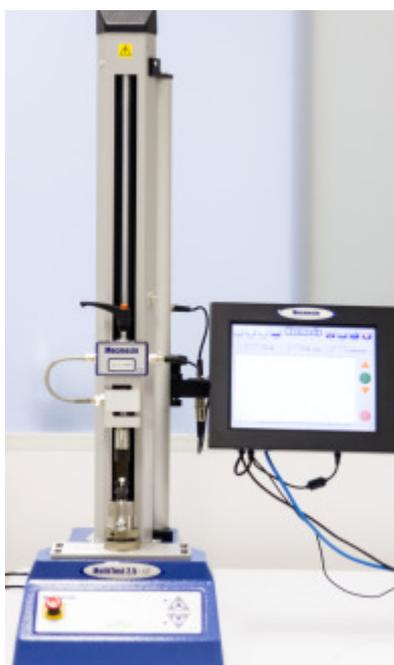


Figura 6 A (Mecmesin, Modelo: Multitest 2.5-xt)



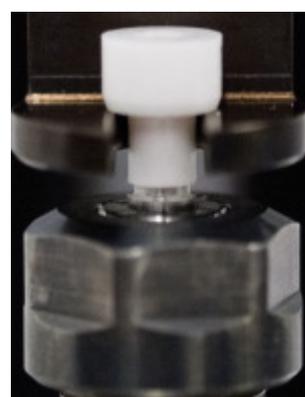
Figura 6 B (corpo de prova posicionado)

A



Figura 7 A (início tracionamento)

B



B (fim do tracionamento)

4.3. Análise Estatística

Os resultados obtidos no experimento foram descritos por médias, medianas, valores mínimos, valores máximos e desvios padrões. Para a comparação dos três tipos de cimento em relação à força, foi considerado o modelo de análise da variância (ANOVA) com um fator. Para a comparação dos cimentos dois a dois, foi usado o teste LSD (least significant test). A condição de normalidade da variável foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilks. Valores de $p < 0,05$ indicaram significância estatística. Os dados foram analisados com o programa computacional IBM SPSS Statistics v.20.

5. Artigos Científicos

5.1 Artigo Científico 1

Artigo escrito de acordo com as normas Journal Applied Science

Retenção de Estruturas em Zircônia com Diferentes Tipos de Cimentos Sobre Bases de Titânio

Fabício Rogério da Cruz Leite

Sérgio Rocha Bernardes

Jeison Sanders L´Hoste dos Santos

Lívia Ribeiro Vieira Leite

Resumo

Este trabalho teve como principal objetivo avaliar o comportamento de três diferentes tipos de cimentos resinosos em um ensaio de tração de *copings* em zircônia produzida através do sistema CAD/CAM (NEODENT DIGITAL) e cimentada em bases de titânio para implantes de hexágono externo (HE). Para realizar este estudo foram confeccionados 30 corpos de prova, sendo estes formados por um análogo do implante HE em titânio, uma base em titânio, parafuso com tratamento em carbono e um *coping* em zircônia e cada um destes *copings* cimentados com um dos três tipos de cimento, formando assim 3 grupos diferentes. Após o processo de cimentação estes corpos de prova foram levados para um ensaio de tração onde estes *copings* sofreram uma força no sentido axial com velocidade de 0,5 mm/, os valores encontrados foram, na média de 194,1 N para o cimento Panávia, 401,2 N para o cimento Multilink e 1130,2 N para o cimento U200, chegando a conclusão que houve diferença estatística entre os cimentos testados e que o U200 obteve o melhor resultado.

Palavras-chave: CAD/CAM; *Coping*; Zircônia; Base em titânio.

Abstract

This work aimed to evaluate the behavior of three different types of cements (PANAVIA F 2.0 RelyX U200 and MULTILINK) in a *copings* tensile test in Zirconia produced by the CAD / CAM system (NEODENT DIGITAL) and cemented in base titanium (NEODENT) for external

hex implants (HE). To carry out this study were prepared 30 specimens, which are formed by an analogue HE implant titanium, one based on titanium screw with treatment of carbon and one coping zirconia and each of these cemented copings with one of three types of cement, thereby forming 3 different groups (G1 / G2 / G3). After the process of cementing these specimens were taken to a tensile test where these copings suffered a force in the axial direction with a speed of 0.5 mm /, the values were on average of 194.1 N for Panavia, 401.2 N for the Multilink cement and 1130.2 N for cement U200, reaching the conclusion that there was a statistical difference between the cements tested with $p < 0.01$.

Key Worlds: Cement, Traction, Dental Implants.

Introdução

A busca por estética tem feito com que o uso de infraestruturas brancas seja cada vez mais freqüente. Por ser um material de alta resistência e boa compatibilidade a zircônia (Zr) tem mostrado uso crescente na odontologia (De Aza, Chevalier e Fantozzi⁷ 2002), além de possuir excelente relação com a cor dos tecidos adjacentes (Chevalier et al.⁵ 2009). No entanto este tipo de material (Zr estabilizada por itria) tem alto grau de dureza exigindo assim sistemas de produção por usinagem (Hannink¹⁰ 2000). Essa necessidade fez com que os sistemas de produção do tipo CAD/CAM (desenho em computador associado a máquina que manufatura) sofresse grande desenvolvimento. A introdução do sistema CAD/CAM na odontologia tornou possível a utilização de cerâmica à base de zircônia tetragonal poli cristalina estabilizada com ítria (Y-TZP) (Volpato²² 2012). Esta tecnologia foi introduzida na odontologia com o objetivo principal de automatizar e padronizar o processo de fabricação, e com isso produzir restaurações de elevada qualidade e reduzir os custos de produção (Carvalho⁴ 2012).

No entanto, para produzir o componente que adapta ao implante, sabe-se do risco da mistura de materiais com diferentes maleabilidade, Alves et al.¹ (2004), estudaram a relação da rugosidade da plataforma dos implantes de HE quando utiliza-se componentes de titânio e zircônia, este estudo foi dividido em 3 grupos. G1 componentes em titânio, G2 componentes em Zr (Zirkonzahn) G3 componentes em Zr (Neodent digital). Antes da ciclagem os 3 grupos não obtiveram diferenças estatística, porém, componentes de zircônia aumentaram a rugosidade na superfície da plataforma dos implantes quando submetidos a ciclagem. Os componentes de Titânio não aumentaram a rugosidade dos implantes antes e após a ciclagem.

Para solucionar esse problema foi sugerido (Beuer et al.² 2008) que uma peça em titânio (ti) seja incorporada entre o implante e a estrutura em Zr resolvendo também as diferentes tolerâncias de usinagem entre os materiais na produção (Correia et al.⁶ 2006).

Assim sendo, as empresas passaram a produzir bases em ti que se adaptam as plataformas dos implantes e que possuam em sua parte coronária um formato específico para receber estruturas em Zr que, depois de produzidas, serão cimentadas as bases. Essas peças receberam o nome de ti bases.

Apesar das vantagens relatadas para a utilização destas bases entende-se que outro problema surge: o fato de haver a necessidade de um meio cimentante eficiente entre a base de ti e a estrutura em Zr (Beuer et al.² 2008) (Alves et al.¹ 2014).

Dentro deste contexto, compreendendo a importância de se conhecer o quanto os agentes cimentantes são confiáveis, escolhemos 3 cimentos resinosos de diferentes marcas (Panávia, Multilink e U200) para realizar este estudo.

5.1.1 Materiais e Métodos

5.1.1.1 Materiais

Este é um estudo laboratorial *in vitro* onde foram utilizados 30 corpos de prova divididos em três grupos de 10 corpos, sendo cada grupo formado por 10 análogos de implante hexágono externo (HE) 4.1 em titânio (NEODENT Curitiba, Paraná, Brasil) (figura 1 A), nos quais foram adaptadas 10 bases em titânio do HE 4.1 (Ti bases, NEODENT) (Figura 1 B) e sobre estas bases foram produzidas 10 estruturas em Zr através do sistema CAD/CAM NEODENT DIGITAL (Neodent) (figura 1 C). Em cada grupo foram utilizados cimentos diferentes (quadro 1).

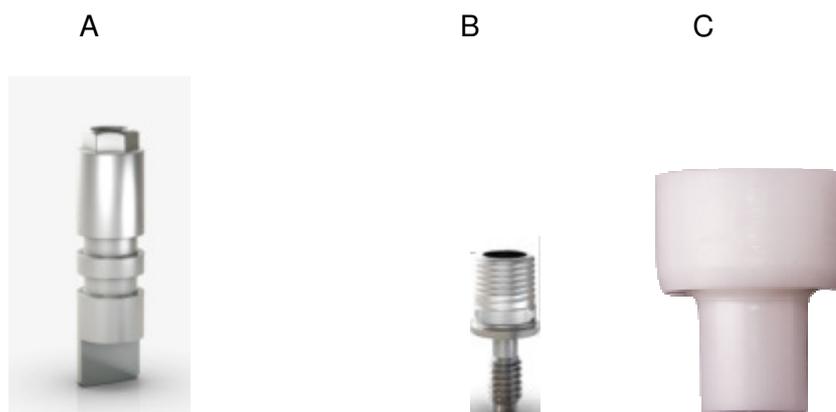


Figura 1 A- Análogo de implante HE 4.1

B- base titânio

C- *Coping* de zircônia

Quadro 1 - Grupo, nome comercial e fabricantes dos cimentos resinosos

Grupo	Nome Comercial	Fabricante
1	Panavia F 2.0	Kuraray Corporation, Osaka, Japão
2	Multilink	Ivoclar Vivadent Inc. Amberst, N.Y, EUA
3	U200 Relyx	3M ESPE – St.Louis USA

5.1.1.2 Método

Os *copings* em zircônia foram confeccionados através da técnica CAD/CAM (NEODENT DIGITAL) e padronizados, eles tem alças laterais para que fosse possível realizar a tração destes *copings* que foram cimentados nas bases de titânio após estas serem parafusadas em análogos também de titânio. (Figura 2 A-B)



Figura 2 A (análogo/base em Ti e *coping* Zr) B (análogo/base em Ti e *coping* Zr)

Para a cimentação as entradas dos parafusos foram protegidas com cera rosa tipo utilidade Wilson (polidental) (Cotia - São Paulo) (Figura 3 A). Os agentes cimentantes serão manipulados conforme manual do fabricante (Figura 3 B) e o cimento aplicado sobre a superfície das contrapartes a serem cimentadas até o contato final do *coping* com a base de titânio, com pressão digital (figura 4 A-B) mantendo em posição por cinco minutos. Não foi usado nenhum tipo de *primer* para nenhuma das marcas de cimento utilizadas. O excesso de material foi removido, liberando a entrada do parafuso de fixação para todos os corpos cimentados da amostra (Figura 5) e os cimentos Multilink e U200 foram foto polimerizados por 60 segundos, o panávia aplicou-se o oxigard.

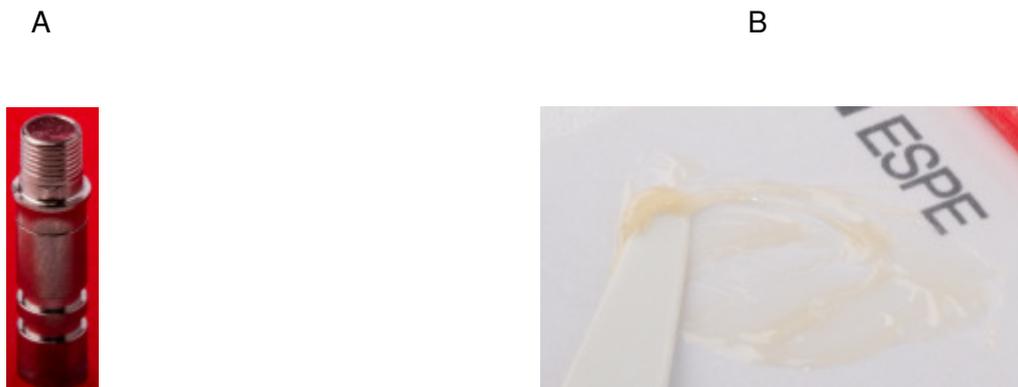


Figura 3 A (proteção do parafuso com cera)

B (manipulação do cimento)



Figura 4 A (aplicação do cimento no coping)



B (aplicação do cimento no na base)



Figura 5 (remoção do excesso de cimento)

Após o processo de cimentação os corpos de prova foram submetidos a um ensaio de tração no sentido axial em uma máquina de tracionamento universal. (Figura 6 A) (Mecmesin, Modelo: Multitest 2.5-xt) (figura 6 B) com velocidade de 0,5 mm/min até que o *coping* fosse deslocado das bases (figura 7 A-B). Os resultados foram registrados em Newton (N).

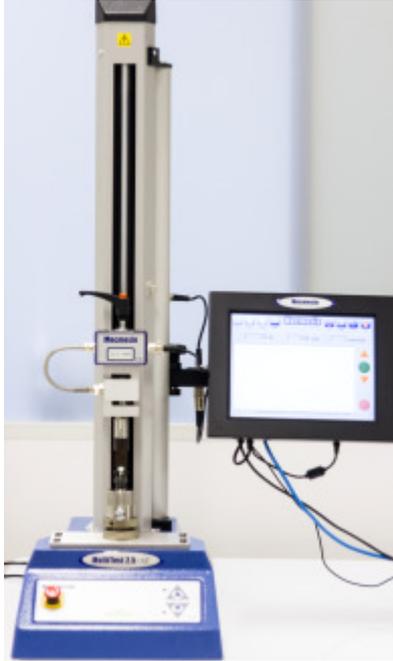


Figura 6 A (Mecmesin, Modelo: Multitest 2.5-xt)



Figura 6 B(corpo de prova posicionado)

A

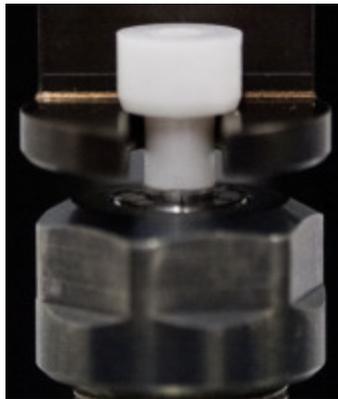
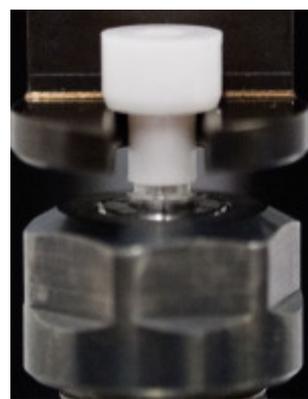


Figura 7 A (inicio tracionamento)

B



B (fim do tracionamento)

Análise Estatística

Para a comparação dos três tipos de cimento em relação à força, foi considerado o modelo de análise da variância (ANOVA) com um fator. Para a comparação dos cimentos dois a dois, foi usado o teste LSD (least significant test). A condição de normalidade da variável foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilks. Valores de $p < 0,05$ indicaram significância estatística. Os dados foram analisados com o programa computacional IBM SPSS Statistics v.20.

Resultados

Testou-se a hipótese nula de que as médias de força são iguais para os três tipos de cimento, versus a hipótese alternativa de que pelo menos um dos cimentos tem força diferente dos demais. Na tabela (tabela 1) abaixo são apresentadas estatísticas descritivas da força de acordo com os cimentos e o valor de p do teste estatístico.

Tabela 1

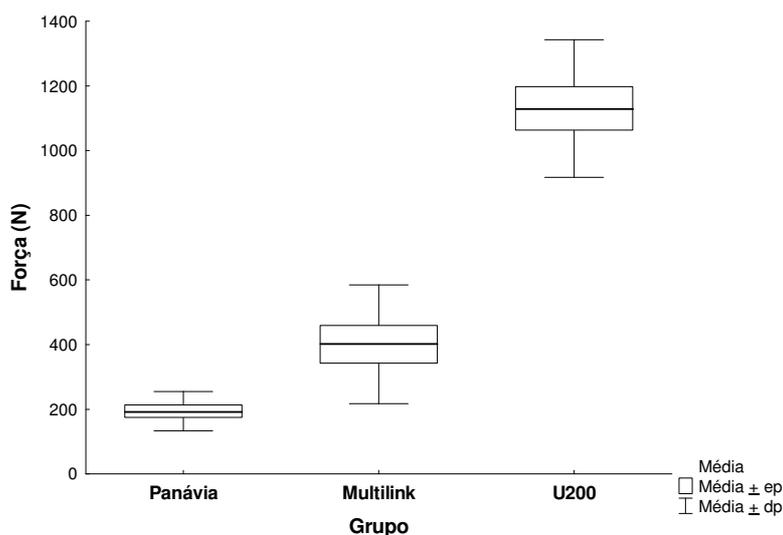
Cimento	Força (N)						Valor de p
	n	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio padrão	
Panávia	10	194,1	176,0	127,1	283,7	60,6	
Multilink	10	401,2	325,3	234,5	757,9	183,7	<0,001
U200	10	1130,2	1175,6	669,0	1399,1	212,8	

O resultado do teste indicou a rejeição da hipótese nula, ou seja, existe diferença significativa entre os três tipos de cimento em relação à força. Sendo assim, os tipos de cimento foram comparados dois a dois. Na comparação dos cimentos Panávia e Multilink foram encontradas diferenças significativas ($p = 0,010$). Da mesma forma, na comparação dos cimentos Panávia e U200 foram encontradas diferenças significativa ($p < 0,001$). Na comparação dos cimentos Multilink e U200, também foram encontradas diferenças

significativa ($p < 0,001$).

A conclusão é de que os três cimentos apresentam diferença significativa estatisticamente. O cimento com menor força foi o Panávia, seguido do Multilink. O cimento U200 foi o que mostrou maior força nos testes.

O gráfico abaixo ilustra os resultados obtidos na análise.



ep: erro padrão dp: desvio padrão

Discussão

Embora as investigações *in vitro* apresentem limitações, as mesmas são indispensáveis para identificar a qualidade dos materiais antes de sua avaliação clínica (Pastre²⁰ 2002), bem como, permitir a realização de estudos impossíveis de serem realizados *in vivo*, como por exemplo, aqueles que visam o estudo de resistência à fratura/tração. Em um ensaio de tração, um corpo de prova é submetido a um esforço que tende a alongá-lo ou esticá-lo até à ruptura. Geralmente, o ensaio é realizado num corpo de prova de formas e dimensões padronizadas, para que os resultados obtidos possam ser comparados ou, se necessário, reproduzidos. Os esforços ou cargas são mensurados na própria máquina, e, normalmente, o ensaio ocorre até a ruptura de alguma parte do sistema. O ensaio de tração é um dos ensaios mecânicos mais utilizados e tem como objetivo fornecer dados relativos à capacidade de um sólido de suportar solicitações aplicadas a uma estrutura. (Kerstein, Radke¹⁴ 2008).

Devido à ótima biocompatibilidade e resistência a Zircônia se tornou um material cada vez mais usado nas reabilitações orais. Associado a este fato, o uso de bases em titânio tornou a conexão implante/componente protético mais segura (Beuer et al.² 2008),

prevenindo desgastes da plataforma dos implantes (Alves et al.¹ 2014). Apesar das vantagens relatadas para a utilização destas bases entende-se que outro problema surge: o fato de haver a necessidade de um agente cimentante eficiente entre a base de Ti e a estrutura em Zr. Preferencialmente os agentes cimentantes devem ser cimentos resinosos devido a sua maior resistência, insolubilidade e maior força de adesão (Krämer, Lohbauer e Frankenberger¹⁶ 2000; Piwowarczyk, Lauer, Sorensen²¹ 2004; Özcan, Bernasconi¹⁹ 2015; Inokoshi et al.¹² 2014).

No presente estudo, o *primer* não foi usado em nenhum dos grupos de forma padronizada com o objetivo de simplificar o processo de cimentação. Recomenda-se o uso de *primer* em estruturas de zircônia cimentadas com cimentos resinosos (Keul et al.¹⁵ 2013), pois, o uso do *primer* pode influenciar na força de adesão de um cimento resinoso (Nobuaki, Keiichi e Takashi¹⁷ 2015),

Agentes cimentantes são uma parte importante para se avaliar um sistema de retenção, pois a combinação de aspectos químicos e mecânicos devem ser avaliados (Luthra, Kaur¹⁷ 2016; Özcan, Bernasconi¹⁹ 2015; Inokoshi, et al.¹³ 2014). No caso de dentes, a forma do preparo e o processo de cimentação, por exemplo, tem grande influência na força de adesão (Heintze¹¹ 2010). Como bases em titânio tem formas pré estabelecidas, retenções em seu desenho e paredes paralelas, otimizando ao final os valores de adesão. A literatura também sugere uso de técnicas específicas, como jateamento das estruturas de zircônia, com o objetivo de aumentar a durabilidade da adesão (Bielen et al.³ 2015; Inokoshi et al.¹³ 2014). Outra facilidade no caso da cimentação de bases em titânio é o fato de essas serem cimentadas em ambiente laboratorial, com controle efetivo da umidade. Fato que inclusive elimina o risco clínico de processos inflamatórios decorrentes da invasão de cimento no espaço biológico como já descritos em casos clínicos (Gapski et al.⁹ 2008). Assim sendo este trabalho mostrou que a cimentação sendo realizada fora da cavidade bucal torna o processo mais simples e seguro e mesmo sem a aplicação de *primer* para zircônia e para metal os valores de tração foram elevados e seriam compatíveis com valores necessários para uso clínico (Ferreira⁸ 2015). Este sistema permite também que a pequenos *gaps* entre as bases em Ti e os *coping* sejam compensados pelos cimentos resinosos.

Conclusão

Os três cimentos resinosos avaliados apresentaram uma diferença significativa de valores de resistência à tração, sendo o Panavia F com os menores valores e o U200 com os maiores. Apesar disso, independente do tipo de cimento os resultados encontrados se mostraram clinicamente aceitáveis para a união da base em titânio avaliada com estruturas de zircônia, porém, mais trabalhos devem ser realizados para que se possam sugerir

protocolos de cimentação entre as opções de materiais odontológicos disponíveis. Por exemplo, testes de envelhecimento, cargas cíclicas, entre outras análises podem ser realizadas em estudos futuros.

Referências

1. Alves R. Análise da rugosidade da plataforma de implantes e de componentes protéticos usinados em zircônia ou em titânio por diferentes sistemas, antes e após aplicação de cargas cíclicas. Curitiba: Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico. 2014.
2. Beuer F, Steff B, Naumann M, Sorensen JA. Load-bearing capacity of all-ceramic three-unit fixed partial dentures with different computer-aided design (CAD) / computer-aided manufacturing (CAM) fabricated framework materials. *Eur J Oral Sci* 2008;116(4):381-6.
3. Bielen V, Inokoshi M, Munck JD, Zhang F, Vanmeensel K, Minakuchi S, et al. Bonding effectiveness to differently sandblasted dental zirconia. *J Adhes Dent*. 2015;17(3):235-42.
4. Carvalho RL de A, Faria J C B de, Carvalho RF de, Cruz FLG, Goya F dos R. Indicações, adaptação marginal e longevidade clínica de sistemas cerâmicos livres de metal: uma revisão da literatura. *Int J Dent*. 2012;11(1):55-65.
5. Chevalier J, Gremillard L. Ceramics for medical applications: a picture for the next 20 years. *J Eur Ceram Soc*. 2009;29:1245–55.
6. Correia ARM, Fernandes JCAS, Cardoso JAP, Silva CFCL. Cad-Cam: A Informática A Serviço da Prótese Fixa. *Rev. Odontol. da Unesp*. 2006;35(2):183-9.
7. De Aza A H, Chevalier J, Fantozzi G. Crack growth resistance of alumina, zirconia and zirconia toughened alumina ceramics for joint prostheses. *Biomaterials*. 2002;23(3):937-45.
8. Ferreira Júnior A, Hermann C, Ribeiro R, Tiozzi R, Sartori IA. Infraestruturas metálicas cimentadas ou soldadas a laser a cilindros pré-fabricados: resistência à tração. *ImplantNewsPerio*. 2015;12(6):97-102.
9. Gapski R, Neugeboren N, Pomeranz AZ, Reissner MW. Endosseous implant failure influenced by crown cementation: a clinical case report. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2008;23(5):943-6.
10. Hannink RH, Kelly PM, Muddle BC. Transformation toughening in zirconia-containing ceramics. *J Am Ceram Soc*. 2000;83:461–87.
11. Heintze SD. Crown pull-off test (crown retention test) to evaluate the bonding effectiveness of luting agents. *Dent Mater*. 2009;26(3):193-206.
12. Inokoshi M, Poitevin A, de Munck J, Minakuchi S, Van Meerbeek B. Meta-analysis of bonding effectiveness to zirconia ceramics. *J Dent Res*. 2014;93(4):329-34.

13. Inokoshi M, Poitevin A, de Munck J, Minakuchi S, Van Meerbeek B. Bonding effectiveness to different chemically pre-treated dental zirconia. *Clin Oral Investig*. 2014;18(7):1803-12.
14. Kerstein R, Radke J. A Comparison of fabrication precision and mechanical reliability of 2 zirconia implant abutments. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*. 2008;23(6):1029-36.
15. Keul C, Liebermann A, Roos M, Uhrenbacher J, Stawarczyk B, Ing D. The effect of ceramic primer on shear bond strength of resin composite cement to zirconia: a function of water storage and thermal cycling. *Am Dent Assoc*. 2013;144(11):1261-71.
16. Krämer N, Lohbauer U, Frankenberger R. Adhesive luting of indirect restorations. *Am J Dent*. 2000;13(SpecNo):60D-76D.
17. Luthra R e Kaur P. An insight into current concepts and techniques in resin bonding to high strength ceramics. *Aust Dent J*. 2016;61(2):163-73.
18. Nobuaki A, Keiichi Y, Takashi S. Effects of air abrasion with alumina or glass beads on surface characteristics of CAD/CAM composite materials and the bond strength of resin cements. *J Appl Oral Sci*. 2015;23(6):629-36.
19. Özcan M, Bernasconi M. Adhesion to zirconia used for dental restorations: a systematic review and meta-analysis. *J Adhes Dent*. 2015;17(1):7-26.
20. Pastre, R. Avaliação da adaptação e infiltração marginal em restaurações cerâmicas (inlays): um estudo in vitro. Dissertação (Mestrado em Dentística) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Mestrado Acadêmico Fora da Sede, Univille, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
21. Piwowarczyk A, Lauer HC, Sorensen JA. In vitro shear bond strength of cementing agents to fixed prosthodontic restorative materials. *Prosthet Dent*. 2004;92(3):265-7.
22. Volpato CAM, Garbelotto LGD, Zani IM, Vasconcelos DK de. Próteses odontológicas: uma visão contemporânea. Fundamentos e Procedimentos. São Paulo: Editora Santos, 2012.

5.2 Artigo Científico 2

Artigo escrito de acordo com as normas Journal Applied Science

A Tecnologia Aplicada aos Tratamentos Odontológicos

Fabício Rogério da Cruz Leite

Sérgio Rocha Bernardes

Bruno Kraft

Lívia Ribeiro Vieira Leite

Resumo

A estética é um fator importante nas reabilitações protéticas, a exigência por procedimentos esteticamente perfeitos está cada vez mais comum entre os pacientes e profissionais. O tratamento reabilitador por meio de implantes osseointegráveis é uma realidade na odontologia há algum tempo, oferecendo a grande vantagem de preservar a integridade das estruturas dentais adjacentes, recuperando a estética, a função e a fonética, possibilitando uma melhor qualidade de vida aos pacientes. (Viana et al.²⁰ 2009). Sendo a posição espacial de um implante considerada um dos fatores fundamentais para que se obtenha um bom resultado estético e funcional. Este trabalho teve como principal objetivo mostrar que os recursos tecnológicos podem facilitar o trabalho do profissional da odontologia. Neste relato de caso clínico, utilizaremos os mais modernos sistemas tecnológicos disponíveis no mercado odontológico, como cirurgia guiada (coDiagnostiX - Dental wings - MONTREAL – CANADA), CAD/CAM (Dental wings - MONTREAL – CANADA), Zircônia e bases em titânio (Ti Base), mostrando que com estes recursos conseguimos previsibilidade e segurança nas reabilitações odontológicas. Os implantes foram realizados usando a técnica da cirurgia guiada, e já confeccionados os munhões em zircônia e que foram cimentados em bases de titânio e também confeccionados os provisórios. Após 45 as coroas definitivas foram confeccionadas.

Palavras-chave : *CAD/CAM; coping; Zircônia; Base em titânio.*

Abstract

The aesthetic is an important factor in the rehabilitation prosthetic, a demand for aesthetically perfect procedures is getting every day more common between patients and professionals. The rehabilitative treatment with osseointegrated implants is a reality in dentistry in some time, offering a great advantage of preserving the integrity of adjacent dental structures, recovering esthetics, function and phonetics, allowing a better quality of life to patients. (Viana et al.²⁰ 2009). As a spatial position of implant considered essential factors for what is obtained a good aesthetic and functional result. This work had as main objective to show that the technological resources can facilitate the work of dental professionals. In this case report, we are going to use the most technologic modern system available in dental market as guided surgery (coDiagnostiX - Dental Wings - MONTREAL - Canada) CAD / CAM (Dental Wings - MONTREAL - Canada), zirconia and bases ON titanium (Ti base), Showing that with these resources we could get predictability and security in dental rehabilitations. Implants were done using a technique guided surgery, and have made the abutments in zirconia in which were cemented on titanium bases and also made the provisional ones. Later, the 45 crowns as definitive were made.

Key Words: CAD/CAM; Coping; Zirconia; Titanium base.

Introdução

O tratamento reabilitador por meio de implantes osseointegráveis é uma realidade na odontologia há algum tempo, oferecendo a grande vantagem de preservar integridade das estruturas dentais adjacentes, recuperando a estética, a função e a fonética, possibilitando uma melhor qualidade de vida aos pacientes. (Viana et al.²⁰ 2009).

Os recursos tecnológicos tem favorecido em muito os trabalhos na área da saúde que vem sofrendo importantes transformações no que diz respeito a diagnóstico, prevenção e tratamento (Thomé et al.¹⁸ 2009).

A cirurgia guiada, a tecnologia CAD/CAM e o uso de estruturas em zircônia são algumas destas tecnologias.

Amplamente utilizada na medicina nos últimos anos, mas ainda pouco utilizada nas reabilitações orais, a cirurgia guiada permite uma precisão muito maior por seu planejamento ser realizado via computador evitando erros de execução (Landazuri et al.¹⁴ 2013), onde a partir de imagens tomográficas tridimensionais e softwares específicos, é possível fazer o planejamento e a instalação virtual dos implantes, prevendo sua posição

ideal, seu comprimento e sua largura, além disso, é possível prever também a altura e espessura dos componentes. Outra vantagem dos procedimentos guiados são a diminuição do tempo cirúrgico e o mínimo de desconforto ao paciente, onde estudos relataram que pacientes que passaram pelo procedimento de implante sem retalho acusaram dor menos intensa e por menos tempo, comparados aos pacientes que passaram pelo método convencional com retalho (Fortin¹⁰ 2006), além da cirurgia sem retalho preservar a margem gengival dos dentes adjacentes e papilas interdentais (Ozan¹⁵ 2007), também apresenta uma remodelação óssea consideravelmente menor que em procedimentos cirúrgicos tradicionais (Barros, Novaes Jr, Papalexiou,¹ 2009), porém, se faz necessário observar as indicações apropriadas de cada caso, pois, casos com uma limitação óssea importante, uma cirurgia com retalho talvez seja mais indicada. (Ozan¹⁵ 2007).

Cabe salientar, entretanto, que o sucesso do tratamento depende diretamente de uma coordenação precisa dos procedimentos de diagnóstico e plano de tratamento tridimensional envolvendo os profissionais de imagiologia, cirurgia e prótese, de maneira a transferir para o ambiente virtual, dados precisos e que reflitam exatamente a situação clínica atual do paciente (Bezerra et al.² 2008).

Por ser uma matéria de alta resistência e boa compatibilidade a zircônia (Zr) tem mostrado uso crescente na odontologia (De Aza, Chevalier e Fantozzi⁶ 2002), além de possuir excelente relação com a cor dos tecidos adjacentes (Chevalier, Gremillard⁴ 2009). No entanto este tipo de material (Zr estabilizada por itria) tem alto grau de dureza exigindo assim sistemas de produção por usinagem (Hannink, Kelly, Muddle¹² 2000). A introdução do sistema CAD/CAM na odontologia tornou possível a utilização de cerâmica à base de zircônia tetragonal policristalina estabilizada com ítria (Y-TZP) (Volpato et al.²¹ 2012). Esta tecnologia foi introduzida na odontologia com o objetivo principal de automatizar e padronizar o processo de fabricação, e com isso produzir restaurações de elevada qualidade e reduzir os custos de produção (Carvalho et al.³ 2012).

Seguindo esta linha de pensamento, de buscar constantemente a previsibilidade e a otimização das reabilitações odontológicas, que *softwares* específicos para a produção de próteses e componentes com a tecnologia CAD- CAM (*Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing*) estão cada vez mais desenvolvidos, que junto com a cirurgia guiada possibilitam realizar procedimentos com maior conforto e rapidez (Patel¹⁶ 2010).

Existem dois tipos de sistema CAD-CAM. O primeiro de acordo com a disponibilidade de ceder os arquivos CAD: onde estes sistemas podem ser sistemas CAD-CAM abertos ou fechados. O sistema aberto tem a possibilidade de poder escolher o sistema CAM que o operador desejar, pois é possível transmitir o arquivo CAD para outro computador. No sistema fechado todo o sistema de produção fica restrito a mesma

empresa. Os sistemas CAD-CAM também podem ser classificados em laboratorial ou clínico (Tinschert et al.¹⁹ 2004).

Neste relato de caso clínico, utilizaremos os mais modernos sistemas tecnológicos disponíveis no mercado odontológico, como cirurgia guiada (coDiagnostiX - Dental wings - MONTREAL – CANADA), CAD/CAM (Dental wings - MONTREAL – CANADA), Zircônia e bases em titânio (Ti Base).

Relato de Caso Clínico

Paciente do sexo masculino, 46 anos, fumante, problema periodontal, procurou atendimento no Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico (ILAPEO) para avaliação do elemento 11 e a região do 21 (figura 1). Após criteriosa anamnese, avaliação clínica e radiográfica foi decidido realizar este procedimento utilizando os recursos tecnológicos disponíveis com o intuito de obter uma maior previsibilidade e segurança no procedimento.

Inicialmente o paciente foi moldado (silicone de adição) para obtenção de um modelo, após escaneado e através da tecnologia CAD/CAM foi feito o enceramento virtual (figura 2), associado ao sistema coDiagnostiX, que possui a capacidade de unir a imagem produzida no CAD/CAM com as imagens tomográficas, realizou-se a cirurgia virtual (figura 3) e a confecção do guia cirúrgico (figura 4), visando o posicionamento ideal do implante em relação à prótese, concomitantemente, confeccionou-se os munhões em zircônia e os provisórios.



Figura 1 (avaliação do elemento 11 e região do 21).



Figura 2 (enceramento virtual).

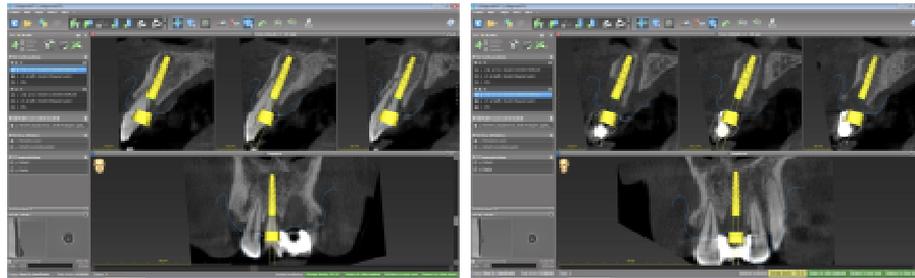


Figura 3 (cirurgia virtual).

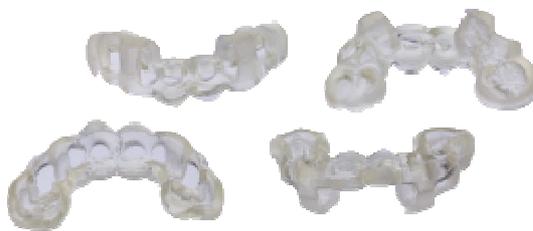


Figura 4 (guia cirúrgico).

Após a extração do elemento 11 (figura 5-A) e confirmação da adaptação do guia cirúrgico (figura 5-B) e com o auxílio do Kit cirúrgico Neoguide (NEODENT- CURITIBA - BRASIL) (figura 6) foi possível realizar a cirurgia guiada.



Figura 5 A (extração do elemento 11) B (adaptação do guia cirúrgico).



Figura 6 (cirurgia com Kit Cirurgico Neoguide)

guia para a broca 2.0

Guia para a broca 2.8

instalação do implante.

Instalados os implantes, foi realizado um enxerto conjuntivo (via alvéolo) e ósseo (bone ceramic – straumamm – Suécia), os componentes em zircônia foram cimentados sobre as bases de titânio (figura 7-A) e parafusados sobre os implantes (15 newton N) (figura 7-B), em seguida instalou-se os provisórios.

Após 45 dias foram confeccionadas as próteses definitivas nos implantes 11/21 e facetas em porcelana nos laterais superiores 12/22 (Figura 7 C e D)

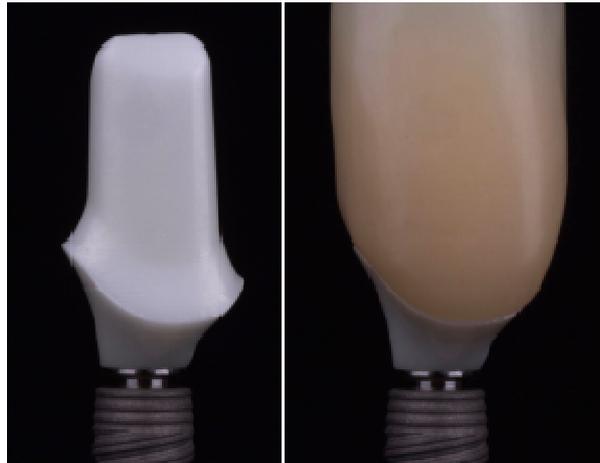


Figura 7

A (componentes em zircônia cimentados sobre as bases de titânio e provisório posicionado);



B (componentes cimentados e parafusados sobre os implantes);



C (próteses definitivas (porcelana)nos implantes 11/21 e facetas em porcelana nos laterais superiores 12/22).



D (próteses definitivas nos implantes 11/21 e facetas em porcelana nos laterais superiores 12/22).

Discussão

As tecnologias CAD-CAM foram introduzidas na odontologia, com o objetivo de encurtar o processo de produção de restaurações, reduzir os custos, bem como para implementar novos materiais biocompatíveis e estéticos com maior resistência e durabilidade (Dauti⁵ 2016). Hoje temos muitas opções para se realizar uma reabilitação protética, muitos componentes pré-fabricados, que funcionam e facilitam o dia a dia do profissional, porém, algumas situações exigem uma personalização destes componentes, por falta de espaço ou por estética (Schepke et al.¹⁷ 2016) e não foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre os pilares pré-fabricados e pilares de zircônia personalizados (CAD / CAM). Ao usar uma Base em titânio (Ti base), pilares e coroas híbridas podem ser fabricados para diferentes sistemas de implantes sendo um processo novo e interessante que produz restaurações econômicas e estéticas suportados por implantes de coroas individuais com segurança e previsibilidade (Kurbad¹³ 2013), em outro estudo, foi avaliado a retenção de pilares de zircônia confeccionados com a tecnologia CAD/CAM usando três diferentes tipos de cimentos à base de resina, após envelhecimento artificial verificou-se que a estabilidade de ligação dos cimentos investigados ultrapassou os limites gerais de resistência à fratura para uso clínico (Gehrke et al.¹¹ 2014).

Para verificar a eficiência de um guia para prótese feito através de um modelo de prototipagem rápida baseada em planejamento cirúrgico virtual, este trabalho foi proposto. Este guia foi usado para fabricar as próteses provisórias fixas permitindo o carregamento imediato após a instalação do implante guiado por computador. Verificou-se que o ajuste passivo foi alcançado entre os componentes protéticos e as próteses nos 7 participantes deste estudo (Di Giacomo et al.⁷ 2016). Dolcini et al.⁸ (2016) demonstraram ser viável a colocação de implante através de cirurgia guiada e a confecção da coroa protética com um fluxo de trabalho totalmente digital. O protocolo utilizado foi com a digitalização intraoral e tomografia computadorizada cone beam (CBCT), com sobreposição das informações dento-gengivais sobre a anatomia óssea, onde foi realizado o planejamento cirúrgico e o planejamento das próteses. Após os procedimentos cirúrgicos as próteses foram instaladas imediatamente. Depois de 6 meses, nenhum dos pacientes relatou problemas biológicos ou funcionais com as próteses implanto-suportadas. Chegando a conclusão que o planejamento totalmente digital de implantes e de próteses suportadas por implantes mostrou ser confiável. Entretanto a precisão do planejamento virtual realizado em uma CBCT (tomografia computadorizada cone beam) e o modelo escaneado depende de um registro perfeito, caso contrário, se um registro impreciso é transferido para o campo cirúrgico um desvio entre a posição do implante planejado e real. A precisão do registro no software de planejamento virtual do implante é significativamente influenciada pelo pré-processamento dos dados importados. . Porém, mais estudos são necessários para validar esses resultados (Flügge et al.⁹ 2016).

Conclusão

Pode se concluir que além de uma realidade cada vez mais presente na vida clínica do profissional, os recursos tecnológicos, permitem a realização de procedimentos cirúrgicos menos invasivos, mais rápidos e precisos, com a cirurgia guiada e confeccionar reabilitações protéticas estéticas e resistentes utilizando a zircônia e provisórios imediatos com precisão e rapidez através dos recursos do CAD/CAM.

Referências

1. Barros RRM, Novaes Jr AB, Papalexiou V. Buccal bone remodeling after immediate implantation with a flap or flapless approach: a pilot study in dogs. *Titanium*. 2009;1(1):45-51.

2. Bezerra F, Miranda C, Oliva E, da Silva JC. Tratamento do edentulismo total mandibular com a técnica de cirurgia guiada sem retalho. *Innovations Implant Journal – Biomaterials and esthetics*. 2008;1(1):12-6.
3. Carvalho RL, Faria JCB de, Carvalho RF de, Cruz FLG, Goya F dos R. Indicações, adaptação marginal e longevidade clínica de sistemas cerâmicos livres de metal: uma revisão da literatura. *Int J Dent*. 2012;11(1):55-65.
4. Chevalier J, Gremillard L. Ceramics for medical applications: a picture for the next 20 years. *J Eur Ceram Soc*. 2009;29:1245–55.
5. Dauti L, Rinet F. 8300 defect for UNSW. *Stomatologie*, 2015;112(4):136-9.
6. De Aza A H, Chevalier J, Fantozzi G. Crack growth resistance of alumina, zirconia and zirconia toughened alumina ceramics for joint prostheses. *Biomaterials*. 2002;23(3):937-45.
7. Di Giacomo GA, Cury PR, da Silva AM, da Silva JV, Aizen SA. A selective laser sintering prototype guide used to fabricate immediate interim fixed complete arch prostheses in flapless dental implant surgery: Technique description and clinical results. *J Prosthet Dent*. 2016;23(16)30139-1.
8. Dolcini GA, Colombo M, Mangano C. From guided surgery to final prosthesis with a fully digital procedure: a prospective clinical study on 15 partially edentulous patients. *Int J Dent*. 2016;7358423.
9. Flügge T, Derksen W, Te Poel J, Hassan B, Nelson K, Wismeijer D. Registration of cone beam computed tomography data and intraoral surface scans - a prerequisite for guided implant surgery with CAD/CAM drilling guides. *Clin Oral Implants Res*. 2016;0:1-6.
10. Fortin T, Bosson JL, Isidori M, Blanchet E. Effect of flapless surgery on pain experienced in implant placement using an image-guided system. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 2006;21(2):298-304.
11. Gehrke P, Alius J, Fischer C, Erdelt KJ, Beuer F. Retentive strength of two-piece CAD/CAM zirconia implant abutments. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2014;16(6):920-5.
12. Hannink RH, Kelly PM, Muddle BC. Transformation toughening in zirconia-containing ceramics. *J Am Ceram Soc*. 2000;83:461–87.
13. Kurbad A, Kurbad S. CAD/CAM-based implant abutments. *Int J Comput Dent* 2013;16(2):125-41.
14. Landazuri-Del Barrio RA, Cosyn J, De Paula WN, De Bruyn H, & Marcantonio E. A prospective study on implants installed with flapless-guided surgery using the all-on-four concept in the mandible. *Clinical Oral Implants Research*. 2013;24:428–33.
15. Ozan O, Turkyilmaz I, Yilmaz B. A preliminary report of patients treated with early loaded. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2007;34:836-40.
16. Patel N. Integrating three-dimensional digital technologies for comprehensive implant dentistry. *J Am Dent Assoc*. 2010;141:20s–24s.

17. Schepke U, Meijer HJ, Kerdijk W, Raghoobar GM, Cune M. Stock versus CAD/CAM customized zirconia implant abutments - clinical and patient-based outcomes in a randomized controlled clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2016;31.
18. Thomé G, Bernardes S, Sartori IA, Melo AC. Manual clínico para cirurgia guiada – aplicação com implantes osseointegrados. São Paulo: Santos, 2009.
19. Tinschert J, Natt G, Hassenpug S, Spiekermann H. Status of current CAD/CAM technology in dental medicine. *Int J Comput Dent.* 2004;7(1):25-45.
20. Viana Neto A, Neves PJ, Madruga F, Rocha R, Carvalho R. Cirurgia guiada virtual para reabilitação oral. *Rev Cir Traumatol Buco-Maxilo-fac.* 2009;9(2):45-52.
21. Volpato CAM, Garbelotto LGD, Zani IM, de Vasconcelos DK. Próteses odontológicas: uma visão contemporânea. Fundamentos e Procedimentos. São Paulo: Editora Santos, 2012.

6. Referências

1. Alves R. Análise da rugosidade da plataforma de implantes e de componentes protéticos usinados em zircônia ou em titânio por diferentes sistemas, antes e após aplicação de cargas cíclicas. Curitiba: Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico. 2014.
2. Amaral R, Ozcan M, Bottino MA, Valandro LF. Microtensile bond strength of a resin cement to glass infiltrated zirconia-reinforced ceramic: the effect of surface conditioning. *Dent Mater.* 2006;22(3):283-90.
3. Beuer F, Steff B, Naumann M, Sorensen JA. Load-bearing capacity of all-ceramic three-unit fixed partial dentures with different computer-aided design (CAD) / computer-aided manufacturing (CAM) fabricated framework materials. *Eur J Oral Sci* 2008;116(4):381-6.
4. Bielen V, Inokoshi M, Munck JD, Zhang F, Vanmeensel K, Minakuchi S, et al. Bonding effectiveness to differently sandblasted dental zirconia. *J Adhes Dent.* 2015;17(3):235-42.
5. Borges GA, Sophr AM, de Goes MF, Sobrinho LC, Chan DC. Effect of etching and airborne particle abrasion on the microstructure of different dental ceramics. *J Prosthet Dent.* 2003;89(5):479-88.
6. Carvalho RL de A, Faria JCB de, Carvalho RF de, Cruz FLG, Goya F dos R. Indicações, adaptação marginal e longevidade clínica de sistemas cerâmicos livres de metal: uma revisão da literatura. *Int J Dent.* 2012;11(1):55-65.
7. Chevalier J, Gremillard L. Ceramics for medical applications: a picture for the next 20 years. *J Eur Ceram Soc.* 2009;29:1245–55.
8. Correia ARM, Fernandes JCAS, Cardoso JAP, Silva CFCL. Cad-Cam: A Informática A Serviço da Prótese Fixa. *Rev. Odontol. da Unesp.* 2006;35(2):183-9.
9. De Aza AH, Chevalier J, Fantozzi G. Crack growth resistance of alumina, zirconia and zirconia toughened alumina ceramics for joint prostheses. *Biomaterials.* 2002;23(3):937-45.
10. Ergin S, Gemalmaz D. Retentive properties of five different luting cements on base and noble metal copings. *J Prosthet Dent.* 2002;88(5):491-7.
11. Ferreira Júnior A, Hermann C, Ribeiro R, Tiozzi R, Sartori IA. Infraestruturas metálicas cimentadas ou soldadas a laser a cilindros pré-fabricados: resistência à tração. *ImplantNewsPerio.* 2015;12(6):97-102.
12. Fonseca RG, Cruz CA, Adabo GL, Vaz LG. Comparison of the tensile bond strengths of cast metal crowns luted with resin cements. *J. Oral Rehabil.* 2004;31(11):1080-4.
13. Gordilho AC, Mori M, Contin I. A adaptação marginal dos principais sistemas de cerâmica pura. *Rev. Odonto.* 2009;17(34):82-92.
14. Hannink RH, Kelly PM, Muddle BC. Transformation toughening in zirconia-containing ceramics. *J Am Ceram Soc.* 2000;83:461–87.

15. Heintze SD. Crown pull-off test (crown retention test) to evaluate the bonding effectiveness of luting agents. *Dent Mater.* 2009;26(3):193-206.
16. Inokoshi M, Poitevin A, de Munck J, Minakuchi S, Van Meerbeek B. Bonding effectiveness to different chemically pre-treated dental zirconia. *Clin Oral Investig.* 2014a;18(7):1803-12.
17. Inokoshi M, Poitevin A, de Munck J, Minakuchi S, Van Meerbeek B. Meta-analysis of bonding effectiveness to zirconia ceramics. *J Dent Res.* 2014b;93(4):329-34.
18. Kaar D, Oshida Y, Andres CJ, Barco MT, Platt JA. The effect of fatigue damage on the force required to remove a restoration in a cement-retained implant system. *J Prosthodont.* 2006;15(5):289-94.
19. Kern M e Thompson VP. Bonding to glass infiltrated alumina ceramic: adhesive methods and their durability. *J Prosthet Dent.* 1995;73(3):240-9.
20. Kern M e Wegner SM. Bonding to zirconia ceramic: adhesion methods and their durability. *Dent Mater.* 1998;14(1):64-71.
21. Keul C, Liebermann A, Roos M, Uhrenbacher J, Stawarczyk B, Ing D. The effect of ceramic primer on shear bond strength of resin composite cement to zirconia: a function of water storage and thermal cycling. *Am Dent Assoc.* 2013;144(11):1261-71.
22. Krämer N, Lohbauer U, Frankenberger R. Adhesive luting of indirect restorations. *Am J Dent.* 2000;13(SpecNo):60D-76D.
23. Luthra R e Kaur P. An insight into current concepts and techniques in resin bonding to high strength ceramics. *Aust Dent J.* 2016;61(2):163-73.
24. Montenegro AC, Machado AN, Depes Gouvêa CV. Tensile strength of cementing agents on the CeraOne system of dental prosthesis on implants. *Implant Dent., Providence.* 2008;17(4):451-60.
25. Nobuaki A, Keiichi Y, Takashi S. Effects of air abrasion with alumina or glass beads on surface characteristics of CAD/CAM composite materials and the bond strength of resin cements. *J Appl Oral Sci.* 2015;23(6):629-36.
26. Özcan M, Bernasconi M. Adhesion to zirconia used for dental restorations: a systematic review and meta-analysis. *J Adhes Dent.* 2015;17(1):7-26.
27. Piwowarczyk A, Lauer HC, Sorensen JA. In vitro shear bond strength of cementing agents to fixed prosthodontic restorative materials. *Prosthet Dent.* 2004;92(3):265-73.
28. Volpato CAM, Garbelotto LGD, Zani IM, Vasconcelos DK de. *Próteses odontológicas: uma visão contemporânea. Fundamentos e Procedimentos.* São Paulo: Editora Santos, 2012.
29. Yanagida H. Adhesive bonding of titanium-aluminum-niobium alloy with nine surface preparations and three self-curing resins. *Eur J Oral Sci.* 2003;11(2):170-4.
30. Yildirim M, Fischer H, Marx R. In vivo fracture resistance of implant-supported all-ceramic restorations. *J Prosthet Dent.* 2003;90(4):325-31.

7. Anexos

7.1 Link para as normas do artigo científico 1:
<http://www.scielo.br/revistas/jaos/pinstruc.htm>

7.2 Link para as normas do artigo científico 2:
<http://www.scielo.br/revistas/jaos/pinstruc.htm>