

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

Juliana Gomes dos Santos Paes de Almeida

**Adaptação marginal e remoção por tração de
infraestruturas para metalocerâmica em função de
diferentes términos cervicais, expulsividades e agentes
cimentantes**

**Tese apresentada para a obtenção do título
de doutor em Ciências da Saúde pelo
Programa de Pós-Graduação em Ciências
da Saúde da Universidade de Brasília**

Orientador:

Prof. Dr. Carlos Gramani Guedes

Co- Orientadora:

Prof^a. Dr^a. Renata Garcia Fonseca

BRASÍLIA
2010

JULIANA GOMES DOS SANTOS PAES DE ALMEIDA

Adaptação marginal e remoção por tração de infraestruturas para metalocerâmica em função de diferentes términos cervicais, expulsividades e agentes cimentantes

Tese apresentada para a obtenção do título de doutor em Ciências da Saúde pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade de Brasília

Aprovado em 22 de Novembro de 2010

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Gramani Guedes – (Presidente)
UnB

Prof. Dr. Ricardo Tatsuo Inoue
UNICID

Prof. Dr. Sérgio de Freitas Pedrosa
UnB

Profa. Dra. Fernanda Cristina Pimentel Garcia
UnB

Prof. Dr. Leandro Augusto Hilgert
UnB

DADOS CURRICULARES

JULIANA GOMES DOS SANTOS PAES DE ALMEIDA

- NASCIMENTO** **23/06/1980 – Piratininga SP**
- FILIAÇÃO** **José Henrique Gomes dos Santos**
Clarice Aparecida Fernandes Gomes dos
Santos
- 1999-2002** **Curso de Graduação**
Faculdade de Odontologia de Araraquara
UNESP
- 2003-2004** **Curso de Pós-Graduação em Reabilitação**
Oral (Prótese), nível de Mestrado, na Faculdade de
Odontologia de Araraquara – UNESP
- 2006-2010** **Curso de Pós-Graduação em Ciências da**
Saúde, nível de Doutorado, na Faculdade de Ciências
da Saúde - UnB

Dedicatória

Dedico este trabalho à
minha filha *Mariana* e
ao meu marido *João Henrique*,
amores da minha vida...

Agradecimentos Especiais

A *Deus*, por me conceder força e motivação para esta importante conquista.

Aos meus pais *José Henrique e Clarice*, pela dedicação, amor, apoio incondicional, respeito e por todos os ensinamentos que tanto contribuíram para a minha formação pessoal e profissional.

Amo muito vocês!

Ao meu marido *João*, pelo companheirismo, amizade, carinho, compreensão, confiança e imensa paciência nos momentos difíceis. Agradeço a Deus por cruzar nossos caminhos e me permitir aprender a cada dia ao seu lado.

Te amo!

À minha pequena *Mariana*, que sem perceber ou se esforçar, enche de alegria os nossos dias. Você me fez conhecer um amor que somente os pais conhecem. Um amor indescritível, imensurável e incondicional.

Você é a razão do meu viver!

Aos meus irmãos *José Henrique e Ana Luisa*, pelo carinho e amizade que nos manterá sempre unidos independentemente de onde estivermos.

Companheiros para sempre!

Aos meus sogros *Olga e José Carlos*, por me receberem em suas vidas de braços tão abertos! Por todo o apoio e pelos cuidados em relação à Mariana, me deixando tranqüila para finalizar mais esta etapa. Por toda paciência e carinho nos momentos difíceis. Espero que possamos compartilhar muitos momentos felizes em Família!

Obrigada por tudo!

À *Maria José*, por todo o amor e carinho com que cuida da Mariana. Por proporcionar à minha filha dias tão felizes. Sempre pronta a ajudar nos momentos difíceis! Espero que Deus a retribua em dobro tudo o que você tem feito por nós.

Minha eterna gratidão!

Ao *Prof. Dr. Carlos Gramani Guedes*, pela orientação deste trabalho, pelos ensinamentos, exemplo de ética e profissionalismo e, acima de tudo, pela confiança, compreensão e respeito sempre depositados.

Meus Sinceros Agradecimentos!

À *Profa. Dra. Renata Garcia Fonseca*, pela amizade, apoio, confiança e respeito que tornaram nossa convivência sempre agradável e harmoniosa. Pela paciência e dedicação na co-orientação deste trabalho.

Obrigada mais uma vez!

Agradecimientos

Aos professores da Pós-Graduação em Ciências da Saúde, que contribuíram para minha formação profissional.

Ao *Prof. Dr. José Alexander Araújo*, do departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Tecnologia, que contribuiu com parte dos ensaios mecânicos desta pesquisa.

Aos alunos da Engenharia *Alisson e Luiz Homero*, que me auxiliaram no desenho do protótipo das matrizes metálicas.

Ao *João Marcos*, do laboratório de prótese Art Dent, que disponibilizou o seu espaço profissional e seus equipamentos para a confecção dos corpos de prova.

Aos técnicos de laboratório *Alexandre e Marli*, que, quando solicitados, sempre estavam prontos a me ajudar.

Ao companheiro de pesquisa *Filipe Abi-Rached*, pelo apoio nas etapas do experimento que foram realizadas na UNESP-Araraquara.

À *Beth*, secretária e amiga, que sempre me apóia e ajuda nos momentos difíceis.

À amiga *Gertrude*, pela convivência, confiança profissional e carinho sempre.

Ao Departamento de Materiais Dentários e Prótese da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP, por ceder os equipamentos

para a realização desta pesquisa e por me receber, mais uma vez, tão bem em minha caminhada científica.

À Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília,
por me conceder esta oportunidade de crescimento profissional.

A todos aqueles que de alguma forma colaboraram com a realização deste trabalho.

Muito Obrigada!

Epígrafe

A sabedoria não nos é dada. É preciso descobri-la por nós mesmos, depois de uma viagem que ninguém nos pode poupar ou fazer por nós.

Marcel Proust

Resumo

Almeida JGSP. Adaptação marginal e remoção por tração de infraestruturas para metalocerâmica em função de diferentes terminos cervicais, expulsividades e agentes cimentantes [Tese de Doutorado]. Brasília: Faculdade de Ciências da Saúde – UnB; 2010.

RESUMO

Não existe na literatura um consenso sobre a melhor técnica de preparo e o melhor agente cimentante para as próteses fixas metalocerâmicas, fatores estes que estão diretamente relacionados ao sucesso das mesmas. Levando-se em consideração a ampla utilização desse tipo de restauração na odontologia, este estudo avaliou a adaptação marginal e a remoção por tração de infraestruturas para metalocerâmica em função de diferentes terminos cervicais, graus de expulsividade das paredes axiais e agentes cimentantes. Para isto, foram confeccionados troquéis em metal (NiCr) simulando preparos dentários de molares com diferentes terminos cervicais (ombro e plano inclinado em 135°) e diferentes graus de expulsividade das paredes axiais (6° e 20°). Sobre esses troquéis foi posicionada uma matriz metálica que permitiu o enceramento de infraestruturas padronizadas, as quais foram fundidas em NiCr Dan Ceramally. Para a análise da adaptação marginal, leituras em estereomicroscópio (32X) foram realizadas em dois momentos: antes da cimentação (L0) e após a cimentação (L1) com diferentes agentes cimentantes: Fosfato de Zinco (S.S.White), RelyX U100 (3M-ESPE) e Panavia F (Kuraray). Os corpos de prova foram termociclados (5.000 ciclos: 5°C e 55°C), armazenados a seco em estufa a 37°C por 24 horas e, então, submetidos ao ensaio de remoção por tração realizado em máquina universal de ensaios mecânicos *EMIC DL2000* (São José dos Pinhais, Paraná, Brasil), com célula de carga de 5 kN e velocidade do atuador de 0,5 mm/minuto. Considerando-se os dados da adaptação marginal, foram realizadas as seguintes análises comparativas: 1) entre os tipos de preparo (ANOVA-1 fator e Tukey); 2) entre antes e após a cimentação, realizado individualmente para cada tipo de preparo (teste *t* de Student); 3) entre os cimentos em função do tipo de preparo (Kruskal-Wallis e Dann) e 4) entre as doze combinações existentes (ANOVA-1 fator e Tukey). Antes da cimentação, os preparos ombro 6° (117,1), ombro 20° (126,05) e plano inclinado 6° (131,51) apresentaram as melhores médias de adaptação (μm). Para cada tipo de biomecânica testada, a adaptação marginal sempre apresentou maiores valores após a cimentação. Para os diferentes cimentos avaliados, apenas os preparos com o término plano inclinado apresentaram pior adaptação marginal quando o Panavia F foi utilizado. As melhores médias de adaptação após a cimentação foram apresentadas por todos os preparos do tipo ombro, pelo preparo plano inclinado 6°/Rely X U100 e Fosfato de Zinco e pelo preparo plano inclinado 20°/Rely X U100. Quanto à resistência à remoção por tração (MPa), os testes ANOVA-1 fator e Scheffe indicaram resistência significativamente maior em todos os tipos de preparo associados ao cimento Panavia F (15,08; 11,33; 10,90 e 10,16) e no plano inclinado 20°/Rely X U100 (9,99). Conclui-se que o tipo de término cervical, a expulsividade das paredes axiais do preparo e o agente de cimentação selecionado influenciam na adaptação marginal e na resistência à remoção por tração de infraestruturas em NiCr para metalocerâmica.

Palavras – chave: adaptação marginal; resistência à tração; ligas metalo-cerâmicas; preparo dental; cimentos dentários.

Abstract

Almeida JGSP. Influence of finish line design, axial wall inclination angle and cement type on marginal fit and tensile strength of copings for metal ceramic restorations [Doctoral Thesis]. Brasília: Faculty of Health Sciences - UnB; 2010.

ABSTRACT

There is no consensus in the literature about the best preparation technique and the best cementing agent for fixed metal ceramic dentures, these being factors directly related to their successful outcomes. Taking into consideration the extensive use of this type of restoration in dentistry, this study evaluated the influence of finish line design, axial-wall inclination angle and cement type on marginal fit and tensile strength for metal ceramic copings. For this purpose metal dies were fabricated (NiCr) simulating dental preparations in molars, with different cervical terminations (shoulder and sloping shoulder 135°) and different axial wall degrees (6° and 20°). A metal matrix was placed on these dies, to allow the waxing of standardized copings, which were cast in NiCr Dan Ceramalloy. For marginal fit analysis, readouts were made with a stereo microscope (32X) at two time intervals: before cementation (L0) and after cementation (L1) with different cementing agents: Zinc Phosphate (S.S.White), RelyX U100 (3M-ESPE) and Panavia F (Kuraray). The test specimens were thermal cycled (5,000 cycles: 5°C and 55°C), stored dry in an oven at 37°C for 24 hours, and then submitted to the test of tensile strength in a universal mechanical test machine *EMIC* DL2000 (São José dos Pinhais, Paraná, Brazil), with a load cell of 5 kN and crosshead speed of 0.5 mm/minute. Considering the marginal fit data, the following comparative analyses were performed: 1) between the types of preparation (ANOVA-1 factor and Tukey); 2) between the intervals before and after cementation, performed individually for each type of preparation (Student's-*t* test); 3) among the cements as a function of the preparation form (Kruskal-Wallis and Dann) and 4) among the twelve existent combinations (ANOVA-1 factor and Tukey). Before cementation, the 6° shoulder (117.1), 20° shoulder (126.05) and sloping shoulder at 6° (131.51) preparations presented the best fit means (μm). For each biomechanical type tested, the marginal fit always presented higher values after cementation. For the different cements evaluated, only the preparations with sloping shoulder terminations presented worse marginal fit when Panavia F was used. The best fit means after cementation were presented by all preparations of the shoulder type; preparations with sloping shoulder at 6° /RelyX U100 and Zinc Phosphate, and sloping shoulder at 20°/RelyX U100. As regards to the tensile force (MPa), the ANOVA-1 factor and Scheffe tests indicated significantly higher resistance in all types of preparation associated with Panavia F cement (15.08; 11.33; 10.90 and 10.16) and in the sloping shoulder at 20°/RelyX U100 (9.99). It was concluded that the type of cervical termination, axial wall inclination and the cementing agent selected influenced the marginal fit and the tensile strength of NiCr copings for metal ceramic restorations.

Key Words: Marginal fit; tensile strength; metal ceramic alloy; dental preparation; dental cements.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	21
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	25
2.1. GENERALIDADES EM PRÓTESE FIXA	25
2.2. AGENTES DE CIMENTAÇÃO	35
2.3. ADAPTAÇÃO MARGINAL	46
2.4. RESISTÊNCIA À REMOÇÃO POR TRAÇÃO	62
3. PROPOSIÇÃO	68
4. MATERIAL E MÉTODO	71
4.1. OBTENÇÃO DOS TROQUÉIS ESQUEMÁTICOS	72
4.2. OBTENÇÃO DAS INFRAESTRUTURAS METÁLICAS	75
4.3. AVALIAÇÃO DA ADAPTAÇÃO MARGINAL (L0)	78
4.4. CIMENTAÇÃO DAS INFRAESTRUTURAS METÁLICAS	80
4.5. AVALIAÇÃO DA ADAPTAÇÃO MARGINAL (L1)	82
4.6. CICLAGEM TÉRMICA	83
4.7. TESTE MECÂNICO DE REMOÇÃO POR TRAÇÃO	84
4.8. PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL	85
5. RESULTADO	88
5.1. ADAPTAÇÃO MARGINAL	88
5.2. RESISTÊNCIA À REMOÇÃO POR TRAÇÃO	99
6. DISCUSSÃO	102
6.1. ADAPTAÇÃO MARGINAL	102
6.2. RESISTÊNCIA À REMOÇÃO POR TRAÇÃO	107
7. CONCLUSÃO	112
8. REFERÊNCIAS	115

Introdução

1. INTRODUÇÃO

Mesmo com o desenvolvimento contínuo da odontologia estética e o aumento da utilização dos sistemas cerâmicos livres de metal (1), a prótese fixa metalocerâmica ainda constitui-se em uma das principais opções nas reabilitações orais (1, 2). Isso se deve ao fato desse tipo de restauração possuir resistência mecânica suficiente para suportar as forças mastigatórias, independentemente da localização e extensão em que se apresenta na cavidade bucal (3); além de ser uma opção de tratamento que apresenta técnica e materiais bem conhecidos pela maioria dos clínicos (2).

A adaptação marginal das restaurações indiretas é um dos mais importantes critérios usados na avaliação clínica qualitativa dos trabalhos protéticos. A presença de fendas marginais expõe o agente de cimentação ao meio bucal, e, quanto maior for o desajuste da margem da restauração, maiores serão os efeitos deletérios ao cimento. A resultante microinfiltração permitirá a retenção de placa bacteriana e, em consequência, aumento do processo inflamatório dos tecidos periodontais e danos ao tecido pulpar, comprometendo a longevidade da prótese e do dente suporte (4-8). A dimensão da desadaptação marginal das restaurações fixas é dependente dos vários passos envolvidos no processo clínico/laboratorial, podendo ser traduzida como uma somatória de distorções, que são inerentes a cada etapa da confecção e às características dos materiais empregados (9-16). A qualidade da adaptação marginal tem sido extensamente estudada na odontologia (9-34) sempre com o objetivo de minimizar a fenda marginal por meio de novas técnicas e materiais restauradores.

A forma de preparo é um fator de extrema importância na confecção das próteses fixas, independente do material empregado, e deve satisfazer princípios biomecânicos além de estar compatível com a saúde dos tecidos bucais (1, 6, 35). Dentro das técnicas de preparo, a que visa uma expulsividade de 6° é preconizada por alguns autores (30, 36-38) com a justificativa de melhora na retenção da restauração. No entanto, estudos de preparos com diferentes expulsividades, mostraram melhores valores de adaptação nos preparos com mais de 10° (1, 27). Assim como a expulsividade das paredes axiais, o término cervical também é uma área crítica que está relacionada ao sucesso da restauração e que influencia sua adaptação marginal (5, 12, 19, 23 e 39).

Ainda não existe um consenso sobre a melhor forma para o término cervical (1, 23). Muitos autores consideram o término horizontal ou em borda topo a topo, do qual fazem parte as linhas de terminação do tipo ombro em 90° e chanfro largo, como a melhor opção por apresentarem valores aceitáveis de discrepância marginal (13, 35, 39) onde inúmeros estudos demonstraram que esta variou entre 6 µm e 48 µm (11, 13, 20, 25). Por outro lado os termos verticais ou em juntas deslizantes como os tipos lâmina de faca, plano inclinado em 135°, chanfro e preparos biselados, também são frequentemente indicados (1, 10, 17, 19, 23, 24, 31, 35, 36), pois, apesar de apresentarem um maior intervalo de valores para a discrepância marginal, que varia entre 31 µm a 105 µm (19), e, em alguns casos, necessitem de maior habilidade do clínico para o seu correto preparo (40), estes valores são clinicamente aceitáveis (18). Além disso, vantagens são atribuídas aos termos verticais, como maior retenção da coroa (40), proteção do esmalte das margens (40), melhor escoamento do agente cimentante (3, 19, 40), redução da espessura da cinta metálica (36) e menor dano ao epitélio juncional (35, 36).

O agente cimentante também atua na adaptação marginal, uma vez que a distância entre a margem do preparo e a restauração frequentemente aumenta após a cimentação (11, 17, 22, 25, 26, 32). Christensen (41), em 1966, sugeriu que um intervalo de 25 µm a 40µm de linha de cimentação deveria ser o objetivo de toda restauração fixa; entretanto, aberturas marginais nesse patamar raramente são atingidas clinicamente. Matuda et al. (27), em 2000, fizeram referência à especificação nº 8 da *American Dental Association*, que recomenda fendas marginais de 25µm a 50µm. McLean & Fraunhofer (18), em 1971, avaliaram clinicamente mil coroas protéticas durante cinco anos e concluíram que uma discrepância marginal de até 120 µm seria clinicamente aceitável.

Além da adaptação marginal, o cimento também exerce influência na retenção da restauração (26, 29, 42). Algumas pesquisas têm demonstrado a superioridade de determinadas propriedades dos cimentos resinosos quando comparadas às propriedades do cimento de fosfato de zinco (26, 29, 34, 43, 44). Entre elas, podemos citar sua maior resistência mecânica (34), maior união às estruturas dentais (45) e às ligas metálicas (46-49), e solubilidade aos fluidos bucais praticamente nula (50). Por outro lado, uma das limitações dos cimentos resinosos é a sua sensibilidade à umidade, com prejuízo à sua adesividade ao dente (51). Outra preocupação com os cimentos de dupla ativação está relacionada à sua relativa

dependência da ativação fotoquímica para alcançar elevados graus de polimerização (52-54).

Considerando-se que, independente da forma do preparo dentário e do tipo de cimento empregado, sempre haverá desadaptação ao longo da margem, torna-se fundamental avaliar a adaptação marginal que diferentes expulsividades das paredes axiais e diferentes tipos de terminos cervicais podem proporcionar; bem como a influência da variação dos princípios biomecânicos e do agente cimentante na retenção da infraestrutura metálica ao preparo, objetivando conhecer possíveis limitações e, com isso, promover melhorias na técnica restauradora com coroas totais metalocerâmicas.

Revisão Bibliográfica

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A prótese fixa metalocerâmica é extensamente utilizada na odontologia. Para o sucesso da mesma, o preparo dentário deverá ser bem executado e, assim, favorecer a biomecânica e a adaptação marginal da restauração. O agente de cimentação também tem papel importante na discrepância marginal e retenção da coroa, uma vez que sua espessura de película, facilidade de escoamento, grau de solubilidade e resistência mecânica influenciam nos fatores anteriormente citados.

Na revisão da literatura será feita uma divisão não só pela ordem cronológica de publicações, mas também em alguns tópicos para facilitar a compreensão do leitor: 1. generalidades em prótese fixa, 2. agentes de cimentação, 3. adaptação marginal, 4. resistência à remoção por tração.

2.1. GENERALIDADES EM PRÓTESE FIXA

Rosner (40), em 1963, avaliou, por meio de revisão de literatura, fundamentos necessários para a confecção de bisel nos preparos dentários para coroa total. O autor concluiu que, apesar dos melhores resultados promovidos pelo bisel em estudos in vitro, como o aumento da retenção e da adaptação, clinicamente esses resultados poderiam ser diferentes. Fatores como a dificuldade técnica no correto preparo do bisel quanto a sua forma e extensão, problemas no momento da moldagem e modelos de gesso com pouca fidelidade, podem comprometer o sucesso clínico desse tipo de terminação cervical.

Christensen (41), em 1966, estudou a capacidade de dez cirurgiões-dentistas para avaliar a adaptação marginal de restaurações em ouro do tipo inlay. A observação das restaurações pelos participantes do estudo foi feita por meio de exame clínico com sonda exploradora e avaliação de exame radiográfico. Após a análise dos resultados, o autor concluiu que os participantes do estudo não foram capazes de avaliar consistentemente a adaptação marginal das inlays. Os cirurgiões-dentistas consideraram adequadas as restaurações com discrepância vertical entre 2 μm e 51 μm , enquanto o máximo aceitável para o autor foi o valor de 40 μm .

Hobo & Shillingburg (3), em 1973, analisaram, por meio de revisão de literatura, fundamentos sobre os preparos dentários, além da longevidade promovida pelas técnicas e pelos materiais utilizados em prótese fixa. Com isso, observaram que o metal utilizado nesse tipo de reabilitação necessita apresentar elevada dureza e ser compatível com o coeficiente de expansão térmica da porcelana de cobertura, para que a união química e mecânica entre esses materiais seja efetiva. Em relação ao preparo dentário, este deve apresentar redução suficiente para acomodar o material restaurador sem interferir no perfil de emergência desejado. Preparos com desgaste exagerado podem gerar problemas pulpares em dentes vitais e também ocasionar perda de retenção das próteses. Em relação ao término cervical, este deve ser em ombro biselado na face vestibular e em chanfro nas demais faces. A infraestrutura metálica deve apresentar ângulos arredondados e espessura variando entre 0,3 mm e 0,7 mm. Os contatos oclusais da restauração devem ser localizados

em metal, principalmente nos dentes posteriores. Já os contatos proximais devem estar localizados na porcelana.

Em 1977, Sozio (35) descreveu, após revisão de literatura, aspectos importantes para a integridade marginal de coroas metalocerâmicas. O autor afirmou que, durante o preparo dentário, o tecido gengival não pode ser traumatizado irreversivelmente. Ainda nesse momento, o desgaste do dente deve ser apenas o suficiente para acomodar a espessura desejável do material restaurador e promover o correto perfil de emergência. Desgastes excessivos podem levar à perda de retenção por comprometimento da biomecânica do preparo e remoção desnecessária de tecido sadio. O término cervical deve ser planejado de acordo com o material restaurador selecionado para o tratamento. Nas restaurações metalocerâmicas convencionais, com margem em metal, o término cervical do tipo ombro em 90° (com ou sem bisel) deve ser planejado. Já naquelas que apresentam a margem vestibular em cerâmica, o término do tipo degrau inclinado em 135° é o mais indicado.

Maynard & Wilson (4), em 1979, descreveram fatores periodontais a serem considerados pelo cirurgião-dentista no momento da realização de restaurações. Em relação aos tratamentos posicionados em região intrassulcular, apesar de esta situação se fazer necessária por razões estéticas ou por destruição excessiva do dente, na maioria das vezes causam gengivite, que pode progredir para doença periodontal. Uma quantidade adequada de gengiva queratinizada é necessária para se obter sucesso nos casos em que há necessidade de realização de restaurações subgengivais. Essa quantidade deveria ser de, no mínimo, 5 mm, e,

destes, 2 mm deveriam ser de gengiva marginal e 3 mm de gengiva inserida. Além da altura, a espessura dessa gengiva queratinizada também deve ser avaliada. Uma gengiva muito fina pode comprometer a estética de uma restauração com metal, pois o bordo marginal metálico ficará aparente devido à transparência do tecido gengival. Em dentes que já apresentam recessão gengival, procedimentos periodontais prévios devem ser indicados para a solução do problema antes da confecção da restauração. O sulco gengival saudável deve apresentar profundidade de sondagem entre 3 e 4 mm. Dentes que permitem sondagens com profundidades maiores devem ser periodontalmente tratados antes do procedimento restaurador. Em sulcos gengivais saudáveis, as restaurações subgengivais devem ser posicionadas a uma profundidade máxima de 1,5 mm. Caso o dente a ser reabilitado apresente profundidade de sondagem inferior à distância anteriormente citada, apenas o término cervical do tipo supragengival deverá ser realizado. Dentes que foram submetidos à cirurgia periodontal só poderão ser restaurados 6 semanas após o procedimento. Restaurações subgengivais com volume excessivo de material no interior do sulco gengival (ausência de perfil de emergência), causam inflamação permanente na gengiva marginal. Trabalhos mal-adaptados ou com pouca lisura também podem acarretar problemas periodontais crônicos. Após a finalização do tratamento restaurador, a presença de trauma oclusal deverá ser avaliada, pois este pode gerar, inicialmente, mobilidade e, ao longo do tempo, perda óssea na região afetada.

Gardner (5), em 1982, estudou, por meio de revisão de literatura, os diferentes tipos de margem cervical para coroa total. O autor observou que as margens supragengivais são benéficas para o periodonto, entretanto, estudos

clínicos mostram que as margens subgengivais são mais utilizadas. Ressaltou ainda que a qualidade da adaptação da margem é tão importante quanto a sua localização para a manutenção da saúde gengival. Em relação à configuração da margem cervical, a maioria dos estudos avaliados utilizou metodologias experimentais in vitro, podendo apresentar resultados diferentes dos achados clínicos. O término cervical do tipo lâmina de faca mostrou-se mais favorável na maioria dos estudos. Melhores resultados também foram encontrados em termos cervicais com desgastes mais volumosos e ângulos internos arredondados. O bisel foi recomendado para quando a estética é necessária, enquanto o preparo do tipo junta deslizante, mostrou comprometer a adaptação marginal. Em relação à cimentação, a maioria dos trabalhos relata que o assentamento das coroas após a cimentação não é compatível apenas com a espessura de película do cimento. O alívio interno das coroas mostrou-se efetivo para melhorar a discrepância marginal e apresenta melhores resultados de adaptação quando comparado à realização apenas de acabamento e polimento do preparo dentário. O autor comentou ainda que, as ligas metálicas utilizadas em prótese fixa, tanto nobres quanto não-nobres, são extremamente duras e não permitem um adequado brunimento da restauração contra as margens do preparo.

Em 1985, Ostlund (10) descreveu, após revisão de literatura, princípios biomecânicos dos preparos dentários e a associação destes com os materiais utilizados em prótese fixa que promovem influência na adaptação marginal das coroas totais. O primeiro fator comentado foi a técnica de fundição utilizada para a obtenção da estrutura metálica. Ela precisa ser criteriosa e obedecer às especificações técnicas dos materiais e ligas envolvidos no processo para que a

qualidade da restauração não seja comprometida. Em relação ao preparo dentário, o autor afirmou que os terminos cervicais do tipo juntas deslizantes apresentam uma melhor adaptação marginal, comprovada por modelos matemáticos, quando comparados aos terminos do tipo topo a topo ou horizontais. Os cimentos também influenciam na adaptação marginal de coroas totais de acordo com sua espessura de película. Diferentes valores de adaptação das coroas totais em seus preparos são frequentemente observados antes e após a cimentação. No entanto, a discrepância vertical promovida por características inerentes ao agente de cimentação, pode ser alterada quando diferentes linhas de terminação são utilizadas. Foi observado também que a retenção é um fator importante para o sucesso da restauração e é promovida pela angulação das paredes axiais do preparo e pelo íntimo contato entre o dente e a restauração. Por outro lado, esse íntimo contato pode reduzir o espaço para o escoamento do cimento e aumentar a discrepância marginal. O alívio interno da coroa, compatível com a espessura de película do agente de cimentação, pode otimizar a adaptação marginal.

Hunter & Hunter (6), em 1990, em revisão bibliográfica, observaram que os termos: ombro, chanfro e bisel são frequentemente utilizados para descrever a configuração do término cervical do preparo dentário. Entretanto, não há uma definição clara das características essenciais para cada tipo de margem cervical e muitas vezes o mesmo termo é utilizado para indicar preparos com conformações diferentes. Como ainda não existe um consenso sobre o tipo de margem que promove melhor adaptação, os autores sugerem que as características do preparo façam parte do seu nome. Os preparos com bisel, por exemplo, seriam chamados de preparos com margens finas. Assim, a característica principal, que pode otimizar ou

comprometer a adaptação da restauração, estaria explícita. Com isso, a facilidade de visualização de cada forma de preparo teria por objetivo evitar problemas freqüentes como: sobrecontorno, fratura da porcelana, comprometimento da estética, falta de retenção friccional, má adaptação e problemas periodontais.

Hunter & Hunter (23), em 1990, revisaram e discutiram a terminologia e a largura de configurações marginais de preparos para coroas totais, bem como o seu relacionamento com o tecido gengival. Combateram a falta de definição clara das características essenciais de cada desenho de término de preparo, para que sejam universalizados. Preconizaram a necessidade de um espaço mínimo para os materiais restauradores para a solução de muitos problemas persistentes identificados na prótese fixa, tais como: sobrecontorno, espaço para a porcelana, estética e adaptação. Salientaram, ainda, a necessidade de serem enfatizadas as vantagens dos preparos com margens largas.

Goodacre et al. (1), em 2001, avaliaram, por meio de revisão de literatura, a evolução histórica dos princípios científicos que determinam os preparos para coroa total. Observaram, então, que requisitos mecânicos, estéticos e biológicos devem ser respeitados para que o sucesso seja atingido. Sendo assim, algumas características fundamentais foram determinadas para os preparos dentários, como: ângulo de convergência entre 10 e 20 graus, altura mínima do preparo de 4,0 mm para os molares e de 3,0 mm para outros dentes, relação altura/largura de, no mínimo, 0,4. Quando as características acima citadas não são atingidas, o preparo dentários deve ser modificado por formas de resistência auxiliares como canaletas ou caixas, preferencialmente nas superfícies proximais. A seleção do término

cervical deve basear-se no tipo de coroa (material), em necessidades estéticas e na facilidade de execução da técnica de acordo com a experiência pessoal do operador. A melhora na adaptação marginal de acordo com o tipo de término cervical selecionado não foi comprovada pelos estudos contemplados nesta revisão bibliográfica. A melhor estética está associada às condições do dente e à localização do término cervical em relação à gengiva. Os preparos subgengivais sempre serão mais estéticos, no entanto, a localização supragengival é sempre preferível para a manutenção da saúde periodontal. Os ângulos vivos devem sempre ser arredondados durante a realização do preparo e uma superfície de preparo lisa é sempre desejável.

Inoue et al.(36), em 2001, descreveram nova técnica de preparo dentários para confecção de coroa total, denominada “Inoue & Zanetti”. A técnica é realizada por meio de sulcos de orientação que irão guiar o desgaste dental. Nessa técnica, o término cervical preconizado é o degrau inclinado 135°, realizado com ponta diamantada cilíndrica de extremidade cônica, que apresenta inclinação de 45°. Segundo os autores, esse tipo de terminação é indicado para coroa metalocerâmica e pertence ao grupo de preparos do tipo juntas deslizantes. Afirmam, ainda, que esse tipo de término promove uma melhor adaptação marginal quando comparado com os preparos do tipo topo a topo. Além disso, confere também uma cinta metálica mais delgada, aumentando a espessura da porcelana e favorecendo a obtenção de um perfil de emergência mais correto.

Özcan & Niedermeier (2), em 2002, analisaram, por meio de estudo clínico, as razões e a localização de falhas em restaurações metalocerâmicas, além

da longevidade do sistema de reparo intraoral Cojet Sand, o qual utiliza o jateamento com partículas de sílica. Para esse estudo, 289 coroas fraturadas foram reparadas. Estas foram acompanhadas por um período médio de 34,6 meses. Observou-se que a maioria das falhas ocorreu na região anterior (65%), predominantemente na face vestibular da maxila (75%). As razões para a ocorrência de fraturas foram: função normal (66%), fatores iatrogênicos (18%), acidentes (10%) e procedimentos cirúrgicos (6%). O sistema Cojet Sand mostrou-se como uma opção rápida e promissora, com um índice de sucesso superior a 3 anos em 89% dos casos.

Em 2006, Cameron et al. (37) avaliaram o número de ciclos de força lateral necessários para deslocar coroas totais cimentadas sobre preparos esquemáticos em função de diferentes expulsividades das paredes axiais. Para o estudo foram confeccionados três troquéis metálicos para cada uma das diferentes angulações das paredes do preparo (4°, 8°, 12°, 16°, 20°, 24°, 28° e 32°). Para cada troquel foi confeccionada uma infraestrutura metálica (ouro-paládio). Estas foram cimentados (ionômero) e submetidos a uma força cíclica lateral de 2 Kg até a falha do conjunto ou até um máximo de 1.000.000 de ciclos. A média de número de ciclos para o deslocamento das coroas foi: 4°(1.000.000 ciclos), 8°(1.000.000 ciclos), 12°(935.400 ciclos), 16°(613.300 ciclos), 20°(257.300 ciclos), 24°(43.300 ciclos), 28°(600 ciclos) e 32°(500 ciclos). Os autores concluíram que os melhores resultados foram apresentados para as angulações de 4° e 8°. A angulação de 12° é clinicamente aceitável. Há relação entre o sucesso clínico e a forma de retenção do preparo.

Em 2007, Bowley & Kieser (38) avaliaram a interação entre altura e ângulo de inclinação das paredes de preparos dentários para coroa total. Um modelo esquemático em forma de pirâmide com base quadrada, com altura e inclinação das paredes conhecidas, foi realizado para simular o preparo de um molar inferior. Várias combinações destas variáveis foram realizadas (quadrado da base com 9 mm de lado, altura da pirâmide: variou de 3 mm a 5 mm, inclinação das paredes laterais variou de 2° a 25°). Por meio de cálculos matemáticos da área lateral, obteve-se a área total de cada figura obtida. A altura de 5mm associada à angulação de 2° foi o parâmetro inicial para se determinar a perda ou o ganho de área. Os autores observaram a maior perda de área (36,6%) quando a altura reduziu de 5 mm para 3 mm na expulsividade de 2°. Concluíram que preparos com altura entre 3 mm e 4 mm e expulsividade até 10° é o máximo aceitável nos preparos para coroa total.

Kosifaky et al. (8), em 2010, realizaram estudo de revisão sistemática da literatura inglesa e da alemã dos últimos 30 anos sobre variáveis das coroas totais como: localização da margem, material e influência do perfil de emergência no periodonto. Os autores concluíram que a margem supragengival é mais vantajosa para a saúde do periodonto; entretanto, a necessidade estética não deve ser desconsiderada quando da seleção de um preparo subgengival. Tanto as restaurações metálicas quanto as restaurações cerâmicas apresentam adaptação marginal clinicamente aceitável. Os materiais cerâmicos apresentam maior acúmulo de placa quando comparados aos substratos metálicos.

2.2. AGENTES DE CIMENTAÇÃO

Tanaka et al. (46), em 1981, avaliaram a eficácia do componente 4-META na resistência da união entre resina acrílica e liga metálica, empregando diferentes tratamentos de superfície e condições de armazenamento. Foram confeccionados discos de NiCrBe, os quais receberam um dos seguintes tratamentos: 1) polimento com feltro na presença de suspensão aquosa de alumina; 2) acabamento com lixa de papel E-240; 3) condicionamento com solução de HCl 36% por 48h à temperatura ambiente e 4) condicionamento com solução de HCl 36% por 15h na presença de 20% de FeCl₃. Após o tratamento, metade dos discos de cada grupo teve suas superfícies oxidadas com HNO₃ 61% e, então, barras de resina acrílica foram cimentadas às superfícies metálicas por meio de uma das formulações a seguir: 1) 33g de MMA, 33g de epoxiacrilato e 28,5g de dióxido de titânio; 2) idem ao 1 + 5g de 4-META e 3) SR Pyroplast. Os corpos de prova então receberam uma das condições de armazenamento: 1) em água a 37°C durante 1 dia e termociclagem (2000 ciclos); 2) em água a 37°C durante 30 semanas e 3) em água a 80°C durante 10 semanas e submetidos ao ensaio de tração. A análise dos resultados indicou que o 4-META, independente dos tratamentos de superfície e das condições de armazenamento, mostrou-se superior, quanto à sua resistência, em relação às demais formulações. A associação “condicionamento com solução de HCl a 36% e oxidação com ácido HNO₃ a 61%” promoveu maiores valores de resistência quando comparada com os demais tratamentos. O armazenamento em água a 80°C durante 10 semanas mostrou-se mais agressivo que as demais condições.

Em 1984, Omura et al (47). avaliaram a capacidade de união e a durabilidade de um cimento adesivo, denominado Panavia Ex, desenvolvido pelos autores. Para tanto, foram confeccionados corpos de prova constituídos da união desse cimento aos seguintes substratos: dentina humana, esmalte bovino, liga de NiCr, liga de ouro e cerâmica Vita. Após armazenamento em água a 37°C durante 24 horas, foi realizado o ensaio de tração. Paralelamente, a durabilidade da união do Panavia Ex à liga de NiCr foi avaliada após imersão do conjunto em água por 24 horas, 3, 6 e 9 meses. Os resultados mostraram uma excelente propriedade adesiva a todos os substratos empregados, além de não ter sido observada degradação da união entre liga de NiCr e cimento até 9 meses de armazenamento.

Watanabe et al. (59), em 1988, avaliaram o efeito de diferentes tratamentos e condições de armazenamento na resistência da união entre resina composta, cimento resinoso e liga. Para tanto foram confeccionados discos com ligas de NiCrBe e de Au tipo IV, cujas superfícies receberam os seguintes tratamentos: 1) jateamento ou 2) ataque eletrolítico, ambos para a liga não nobre, e 1) jateamento ou 2) eletrodeposição de estanho, para a liga nobre. Blocos da resina composta P30 foram cimentados aos discos metálicos usando os cimentos resinosos ABC, Conclude, Kerr Maryland Bridge 60 Cement, Panavia Ex e Super Bond C&B, sendo os dois últimos adesivos. Os corpos de prova foram então armazenados por 24 horas à temperatura de 37°C ou durante 30 dias à 70°C e posteriormente submetidos ao ensaio de tração. A análise dos resultados indicou que, para todos os cimentos e condições de armazenamento, os maiores valores de resistência foram obtidos com a liga Rexillum III atacada eletroliticamente, que apresentou predominância de fratura do tipo coesiva do cimento. Em ambas as

condições de armazenamento, os grupos dos cimentos adesivos obtiveram os maiores valores de resistência com predomínio de fratura do tipo coesiva, diferentemente dos grupos constituídos pelos demais cimentos, que apresentaram predomínio de fratura adesiva em todas as condições testadas.

Diaz-Arnold et al. (51), em 1989, realizaram um estudo para verificar a influência da termociclagem e do tempo de armazenamento na resistência à tração da interface entre cimento e liga. Após a confecção de discos com a liga de NiCrBe, os mesmos receberam um dos tratamentos: 1) jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50µm seguido de ataque eletrolítico, nos grupos cimentados com Comspan e 2) apenas jateamento, naqueles cimentados com os cimentos adesivos Panavia Ex ou Super Bond. Após a cimentação, os corpos de prova foram subdivididos quanto às seguintes condições: 1) 2 dias de armazenamento e não termociclados; 2) 2 dias de armazenamento e termociclados; 3) 30 dias de armazenamento e não termociclados; 4) 30 dias de armazenamento e termociclados. Posteriormente, foram realizados os ensaios de tração. A análise dos dados mostrou que menores valores de resistência foram encontrados nos grupos cimentados com Super Bond e que os grupos constituídos pelo cimento Comspan não sofreram influências da termociclagem e do tempo de armazenamento, diferentemente dos demais grupos, que apresentaram diminuição significativa da resistência aos 30 dias de armazenamento, não tendo a termociclagem exercido influência nos dois cimentos adesivos.

Em 1990, Atta et al (61). estudaram as resistências à tração e ao cisalhamento da união entre a liga de NiCr e os cimentos resinosos Panavia Ex,

Super Bond C&B e ABC Cement. Após a confecção e o jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50µm de discos metálicos, estes foram cimentados aos pares utilizando os materiais descritos anteriormente e armazenados em uma das seguintes condições: 1) em água durante 7 dias a 25°C; 2) semelhante ao tratamento anterior, porém com termociclagem e 3) em água durante 6 meses a 37°C. Transcorrido o período de armazenamento, os corpos de prova foram submetidos aos ensaios de tração e de cisalhamento. A análise estatística dos resultados revelou que o cimento Panavia Ex apresentou valores de resistência, nos dois testes, estatisticamente superiores em relação aos demais cimentos e não sofreu influência das condições de armazenamento. As menores resistências foram encontradas nos grupos constituídos pelo ABC Cement tendo sofrido redução após armazenamento em água durante 6 meses. Da mesma forma que o Panavia Ex, as condições de armazenamento não influenciaram negativamente as resistências do cimento Super Bond C&B.

Em 1991, Breeding et al (52). pesquisaram a influência de diferentes espessuras (1mm, 2 mm e 3mm) e colorações das resinas compostas indiretas Isosit e Visio-Gem, bem como do tempo de fotoativação (40, 60 e 90 segundos) na dureza Knoop dos cimentos resinosos fotoativados Visio-Fill e Heliosit e do cimento de dupla ativação Dual Cement. Como grupos controle, também foram confeccionados corpos de prova nas mesmas condições citadas anteriormente, porém sem a interposição dos materiais restauradores. Os resultados indicaram que, para as duas marcas comerciais de resina composta, a polimerização adequada dos cimentos fotoativados não foi possível nas restaurações com espessuras maiores que 2mm e tempo de fotoativação de 90 segundos ou menos, e que restaurações

confeccionadas em cores mais escuras ou menos translúcidas também limitaram a polimerização dos cimentos estudados. Além disto, os autores ainda enfatizaram que, apesar de a presença do ativador químico no cimento “dual” ter sido responsável pelos maiores valores de dureza em relação aos cimentos exclusivamente fotoativados, a polimerização daquele material também depende da exposição à luz e, portanto, possui limitações.

Em 1991, El-Sherif et al (60). avaliaram o efeito de três tratamentos superficiais e de quatro cimentos resinosos na retenção de retentores de próteses adesivas confeccionados com a liga de NiCrBe, cimentadas em dentes naturais. Para essa finalidade, foram preparados 120 dentes naturais para a confecção das restaurações, cujas superfícies receberam um dos tratamentos a seguir: 1) jateamento com partículas de óxido de alumínio de 250 µm; 2) incorporação de cristais de sal com tamanho variando entre 150 µm a 250 µm e 3) ataque eletrolítico. Após a cimentação com os cimentos resinosos: 1) Comspan; 2) Panavia Ex; 3) Microfill Pontic e 4) Conclude, os corpos de prova foram armazenados em água à temperatura ambiente por 72 horas e posteriormente submetidos ao ensaio de tração. A análise dos resultados revelou que os grupos jateados e os atacados eletroliticamente apresentaram, respectivamente, os maiores e menores valores de resistência, para todos os cimentos. O cimento Panavia Ex e o Comspan comportaram-se significativamente melhor do que os cimentos Conclude e Microfill Pontic.

Hasegawa et al. (53), em 1991, realizaram um estudo de dureza com o objetivo de avaliar a influência da interposição de inlays de resina composta na

polimerização dos cimentos resinosos de dupla ativação Dual Cement e Duo Cement e do fotoativado Dicor MGC. As restaurações foram cimentadas em dentes naturais, empregando-se um tempo de 80 segundos para fotoativação. Paralelamente, e com a finalidade de comparação entre os resultados, foram confeccionados, em matrizes, corpos de prova a partir dos mesmos materiais citados anteriormente, os quais foram fotoativados sem a interposição de qualquer material restaurador, nos tempos de exposição de 0, 5, 10, 20, 40 e 120 segundos. As leituras de dureza Knoop foram realizadas 30 minutos e 24 horas após a confecção dos corpos de prova. A análise estatística dos dados revelou que, em nenhum dos cimentos, os grupos não fotoativados alcançaram valores de dureza atingidos pelos grupos fotoativados e que, apesar de os cimentos diferirem significativamente entre si, todos apresentaram um aumento significativo de dureza de 30 minutos para 24 horas, tendo esta diferença sido influenciada pela quantidade do componente químico ativador da reação de polimerização. Os cimentos Duo Cement, Dual Cement e Dicor, quando fotopolimerizados durante 80 segundos sob restaurações do tipo inlay de resina composta, atingiram, no tempo de 24 horas, respectivamente, 76%, 62% e 50% dos valores de dureza obtidos quando fotoativados diretamente pelo mesmo período de tempo.

Gorodovsky & Zidan (45), em 1992, analisaram a resistência da união de coroas totais cimentadas em molares extraídos, bem como sua qualidade marginal. Posteriormente ao preparo dos dentes e à confecção das restaurações em liga de ouro cerâmico, estas foram cimentadas empregando-se um dos seguintes cimentos: fosfato de zinco Flecks, ionômero de vidro Ketac Cem, resinoso Comspan com e sem sistema adesivo dentinário Prisma Bond e resinoso adesivo Superbond C&B.

Os corpos de prova foram armazenados em água deionizada a 37°C, por 7 dias, e então submetidos ao ensaio de remoção por tração. Para a obtenção dos valores de resistência, foi empregada, para o cálculo da área, a fórmula: $\pi (r_1 + r_2) \sqrt{h^2 + (r_1 - r_2)^2} + \pi (r_2)^2$, na qual r_1 , r_2 e h correspondiam, respectivamente ao raio da base, raio do topo e altura do preparo. Para a avaliação da qualidade marginal, coroas foram cimentadas aos respectivos dentes apenas com Flecks, Ketac Cem e Comspan e, após o armazenamento dos corpos de prova em água destilada por 6 semanas, as margens das restaurações foram friccionadas com ácido fosfórico a 0,5% por 5 segundos e analisadas em microscópio eletrônico de varredura. A análise dos dados mostrou, em ordem decrescente de resistência, a seguinte sequência: Superbond C&B (6,4 MPa), Comspan (4,21 MPa), Comspan associado ao Prime Bond (4,01 MPa), Ketac Cem (3,12 MPa) e Flecks (3,08 MPa). Na análise da qualidade das margens, o cimento resinoso não apresentou sinais de degradação, diferentemente dos cimentos de fosfato de zinco e de ionômero de vidro, tendo este último apresentado degradação mais severa.

White & Yu (55), em 1993, avaliaram determinadas características físicas, como conteúdo de partículas em massa e espessura de película, e mecânicas, como resistência à compressão, resistência à tração diametral e dureza Knoop, de alguns cimentos resinosos indicados para a cimentação de próteses parciais fixas. Para tanto, foram confeccionados corpos de prova específicos para cada tipo de ensaio a com os cimentos All-Bond Crown and Bridge Cement, Biome, C&B Metabond, Thin Film Cement, Infinity, Panavia Ex e Ultrabond. Os autores puderam observar que o conteúdo de partículas variou aproximadamente entre 7% - C&B Metabond – e 75%

- Panavia Ex -, estando os demais cimentos contidos neste intervalo. Em relação às demais propriedades, os cimentos All-Bond Crown and Bridge Cement e Panavia Ex apresentaram elevados valores de resistência à compressão, resistência à tração diametral e de dureza. Entretanto, a espessura de película de ambos os materiais pode ser considerada incompatível com a cimentação de restaurações metálicas. No cimento C&B Metabond, a deformação plástica impossibilitou o registro das resistências. De acordo com os autores, o conteúdo em massa das partículas é um dos fatores que determinam as resistências à compressão e à tração diametral, bem como a dureza dos cimentos, porém não diretamente a espessura de película.

Rubo & Pegoraro (48), em 1995, avaliaram a influência de dois tratamentos superficiais na resistência de união entre o cimento resinoso Panavia Ex e as ligas Durabond MS, Unibond, ambas de NiCr, Biobond II e Comspan VS, de NiCrBe, Duracast, de CuAl, e as nobres, Wilkinson, de AuAgCu, e a Degudent U, de AuPtPd. Os discos metálicos, confeccionados a partir destas ligas tiveram suas superfícies jateadas ou jateadas e limpas em ultrassom durante 2 minutos em água destilada. Posteriormente à cimentação dos pares de discos, os corpos de prova foram armazenados em água durante 24 horas e, após, submetidos ao ensaio de tração. Os grupos constituídos pelas ligas de NiCr e NiCrBe apresentaram os maiores valores de resistência, independente do tipo de tratamento. A limpeza com ultrassom não promoveu um aumento da resistência de união das ligas estudadas, com exceção da liga Degudent U. A liga Duracast apresentou menor resistência em relação às ligas de NiCr e NiCrBe, porém seus valores foram semelhantes aos da liga Wilkinson e superiores aos da liga Degudent U.

De acordo com a revisão de literatura sobre cimentos “adesivos” realizada por Mc Comb (57), em 1996, os cimentos resinosos, quando associados a procedimentos de adesão comprovados, promovem uma unidade extremamente forte, muito retentiva e praticamente insolúvel aos fluidos orais, resultando em um selamento efetivo. Além disso, a redução do tamanho das partículas e a adição de monômeros diluentes acabaram superando os problemas relacionados à espessura de película desses cimentos que, até então, impediam o assentamento inicial das restaurações resultando em linha de cimentação considerável. Segundo a autora, nem todos os cimentos de dupla ativação apresentam uma polimerização satisfatória quando não fotoativados, constituindo-se em um agravante, pois a polimerização completa do cimento é essencial para a sua resistência, retenção e longevidade das restaurações e quando ela não ocorre, pode acarretar sensibilidade pós-operatória.

Em 1998, Yoshida et al. (50) avaliaram a solubilidade de alguns tipos de cimento em duas soluções diferentes. Com os cimentos resinosos Elite Cement 100, de fosfato de zinco, HY-Bond Carbo-Plus, de policarboxilato de zinco, Fuji I, de ionômero de vidro e All-Bond C&B, Panavia 21 e Super-Bond C&B, foram confeccionados discos de 15mm de diâmetro e 0,6mm de espessura. Os corpos de prova foram armazenados, por 24 horas, em ambiente a 37°C com 100% de umidade relativa, e posteriormente imersos, por 30 dias, em 50ml de uma das seguintes soluções: 1) água destilada (pH 5,7) e 2) 0,001 mol/l de ácido láctico (pH 4,0). A porcentagem de solubilidade dos cimentos foi obtida calculando-se a diferença entre as massas antes e após a imersão dos corpos de prova e multiplicando-a por 100. Os autores observaram que, em ambas as soluções, os três cimentos resinosos foram menos solúveis do que os demais, os quais, por sua vez,

apresentaram a seguinte ordem decrescente de solubilidade: poliacarboxilato de zinco, fosfato de zinco e ionômero de vidro.

Diaz-Arnold et al. (43), em 1999, publicaram um artigo abordando as principais propriedades dos cimentos empregados na cimentação de próteses parciais fixas. Em relação ao cimento de fosfato de zinco, sua adequada resistência à compressão e à tração permitem que este material seja empregado mesmo em regiões de maior esforço mastigatório. Entretanto, sua elevada solubilidade aos fluidos bucais, baixo pH inicial e dependência da forma do preparo para promover retenção do tipo mecânica são considerados aspectos indesejáveis. Apesar de o cimento de poliacarboxilato de zinco apresentar adesão química às estruturas dentais, ser biocompatível ao complexo dentina-polpa e possuir maior resistência à tração em relação ao cimento acima, sua menor resistência à compressão acabou limitando seu emprego a regiões de menor força mastigatória. Os cimentos de ionômero de vidro apresentam maior resistência à compressão, adesão à estrutura dental e menor infiltração marginal em relação aos cimentos descritos anteriormente. O grande problema deste material, principalmente no caso dos ionômeros convencionais, é sua elevada solubilidade quando em contato com umidade durante seu período de presa inicial. Finalmente, os cimentos resinosos apresentam elevada resistência à compressão e à tração diametral, são praticamente insolúveis no meio oral e sua união às estruturas dentais se dá por meio de sistemas adesivos. Alguns destes materiais contém componentes capazes de promover adesão às estruturas metálicas, resultante de ligações químicas. Entretanto, determinadas características dos cimentos resinosos como desgaste, degradação hidrolítica e contração de polimerização geram grande preocupação entre os pesquisadores. Diante do

exposto, os autores concluíram que não existe um cimento ideal para todas as situações clínicas e que cada material pode ser considerado fisicamente e quimicamente único.

No estudo de Platt (44), publicado em 1999, foram feitos comentários a respeito do desempenho dos cimentos resinosos, comparando-os com os demais tipos de materiais empregados na cimentação de próteses parciais fixas. De acordo com o autor, cimentos resinosos com elevado conteúdo de partículas são preferíveis quando a degradação hidrolítica e a resistência ao desgaste são levados em consideração. Os elevados limite de proporcionalidade e resiliência desses cimentos em relação aos de fosfato de zinco e de poliacrilato, além da sua adequada resistência à fratura possibilitam seu emprego em regiões de maior esforço mastigatório. Somadas a estas vantagens está o fato de que estes materiais têm apresentado menor infiltração marginal quando comparados àqueles descritos anteriormente. Entretanto, fatores como contração de polimerização, podendo resultar em estresse nas interfaces, e baixo módulo de elasticidade em comparação ao da dentina, são aspectos de relevância. Além disto, estes cimentos resinosos, quando
duais, acabam tendo suas propriedades físicas e biológicas comprometidas caso não ocorra uma fotopolimerização suficiente.

Uy et al. (42), em 2006, analisaram a resistência de coroas totais metálicas à fadiga por compressão em função de diferentes cimentos. Para isso, pré-molares recém-extraídos foram preparados (4 mm de altura e expulsividade de

20º). Sobre os preparos foram confeccionadas coroas em AuAgPd. Estas foram cimentadas com 5 diferentes cimentos (C&B, Calibra Esthetic, RelyX Unicem, Panavia e fosfato de zinco). Sobre as amostras foi aplicada uma força de compressão (73,5N) em ângulo de 135º com o longo eixo do dente, para a realização do teste de fadiga. Com isso, o número de ciclos de compressão e o local da falha do cimento foram determinados. Os maiores e menores valores de resistência foram apresentados pelos cimentos Calibra Esthetic e fosfato de zinco, respectivamente. Os cimentos C&B, Panavia F e RelyX Unicem foram estatisticamente iguais, mas somente os dois primeiros foram melhores que o fosfato de zinco.

Kious et al. (58), em 2009, estudaram a espessura de película de 6 cimentos adesivos (FujiCEM, RelyX Luting Plus, Panavia 21, RelyX ACR, Maxcem e RelyX Unicem) ao longo do tempo (1, 2 e 3 minutos), que, segundo os autores, é o período necessário para a correta cimentação de uma restauração indireta. Todos os cimentos apresentaram espessura de película dentro dos padrões exigidos pela ISO aos 2 minutos. Para todos os tempos avaliados, o Panavia 21 apresentou valores maiores que o RelyX Unicem.

2.3. ADAPTAÇÃO MARGINAL

Em 1964, Fuzayama et al. (17) avaliaram o tipo de preparo que promovia a menor interferência na cimentação de coroas metálicas. Para isso, confeccionaram troquéis metálicos esquemáticos com diferentes tipos de término cervical (ombro, chanfro e lâmina de faca) e duas diferentes expulsividades. Todos os corpos de

prova foram cimentados com cimento de fosfato de zinco. Após a análise da linha de cimentação, os autores concluíram que, quanto maior o desgaste e a convergência das paredes do preparo, menor seria a película de cimento observada na borda cervical. Em relação aos terminos cervicais, observaram que os tipos que menos interferiram na linha de cimentação foram o chanfro e o lâmina de faca, os quais foram iguais entre si.

McLean & Fraunhofer (18), em 1971, realizaram, in vivo, um estudo para analisar a espessura de película de cimento sob coroas metalocerâmicas (ouro) e coroas de cerâmica pura. Concluíram que detectar ajustes inferiores a $80\mu\text{m}$ é difícil. Realizaram esse estudo empregando material de moldagem à base de poliéter como substituto ao agente de cimentação, levando em conta que, nas condições experimentais determinadas, a espessura do poliéter é muito parecida com a espessura de película do cimento de fosfato de zinco. Nesse trabalho, acrescentam que fendas marginais inferiores a $120\mu\text{m}$ não interferem no sucesso final da prótese.

Shillingburg et al. (39), em 1973, avaliaram a influência do ciclo de sinterização da porcelana na distorção de infraestruturas metálicas para metalocerâmica (liga de ouro) em função de diferentes terminos cervicais (ombro com ângulo interno arredondado, ombro com ângulo interno arredondado biselado, chanfro e chanfro biselado). A avaliação da adaptação marginal foi realizada antes e após a simulação da aplicação da camada opaca, da dentina e do glaze. Os autores

observaram que, o preparo em ombro com ângulo interno arredondado promoveu menor discrepância marginal que os demais términos avaliados.

Em 1981, Gavelis et al (19). estudaram o efeito de vários tipos de término de preparo no selamento marginal e assentamento oclusal de coroas totais cimentadas. Utilizaram oito modelos de aço inoxidável com volume e tamanho semelhantes aos de um molar preparado. Os preparos tinham 10° de inclinação das paredes axiais, 6 mm de altura e 8 mm ou 10 mm de diâmetro. Os tipos de término cervical dos preparos eram: lâmina de faca (10 e 8 mm de diâmetro), ombro 90° com bisel (paralelo, 30° e 45°) e sem bisel, plano inclinado 135° e chanfro com bisel paralelo. Cinco coroas foram feitas para cada troquel e fundidas em liga de Ouro tipo III por um método padronizado. Estas foram cimentadas sobre modelos de resina acrílica com pressão dinâmica inicial de 46,5 Kg, que foi reduzida suavemente para 26Kg e mantida durante 10 minutos. Após a cimentação, as amostras foram seccionadas e a espessura do cimento foi analisada em três pontos: oclusal, margem cervical e parede axial. Os melhores resultados foram apresentados pelos términos em lâmina de faca com 8 mm e 10 mm de diâmetro (31µm e 34 µm respectivamente), ombro com bisel paralelo (41 µm) e chanfro (44 µm) com bisel paralelo, os quais foram estatisticamente iguais. Os grupos anteriormente citados foram superiores ao preparo em ombro sem bisel (67µm), que apresentou o segundo melhor resultado. Em seguida vieram os términos em plano inclinado 135° (95µm), ombro com bisel em 30° (99µm) e ombro com bisel em 45° (105µm), os quais foram estatisticamente iguais.

Em 1982, Choung et al. (20) descreveram uma nova técnica para a obtenção de restaurações metalocerâmicas (liga de ouro) com colar vestibular em porcelana. Para confirmar a viabilidade clínica de sua técnica, os autores realizaram preparos para coroa total em 10 dentes humanos extraídos, com término cervical em chanfro de 1,0 mm de espessura. Após a cimentação das coroas, que foram confeccionadas pela nova técnica, os autores avaliaram a adaptação marginal do colar de porcelana com os dentes preparados. Foi observado, então, que os valores encontrados estavam entre 30 μm e 50 μm , sendo este intervalo considerado clinicamente aceitável.

Pascoe (21), em 1983, testou, em preparos esquemáticos, a teoria do assentamento assimétrico, a qual é promovida pela diferença entre os preparos verticais e horizontais. Para isso, foram preparados troquéis com dois diferentes tipos de terminação cervical (ombro reto e ombro reto com bisel). Foram confeccionadas duas coroas para cada um dos preparos (justa ou com alívio interno). Estas foram cimentadas sobre seus respectivos troquéis com cimento de fosfato de zinco. Após a análise do assentamento marginal, as coroas foram removidas e limpas em ultrassom. Os procedimentos acima descritos foram repetidos por cinco vezes para cada uma das diferentes situações. O autor não encontrou diferença de assentamento entre os grupos experimentais estudados. Afirmou ainda que, a margem biselada não promoveu melhora no assentamento das coroas.

Grajower & Lewinstein (9), em 1983, recorreram a espaçadores em dentes preparados com diferentes inclinações da parede axial e término cervical com cinco formas distintas (ombro, ombro com bisel, chanfro, chanfro com bisel e lâmina de faca). Analisaram matematicamente o efeito de expansão de compensação do revestimento utilizado para fundições de peças metálicas. Arbitrariamente, um alívio de 50 μm foi sugerido por eles, que alegaram ser necessários 30 μm para a película de cimento e 20 μm para compensar as distorções do modelo e padrão de cera. Sempre observaram um desajuste menor quando o espaçador foi utilizado, e isso os levou a concluir que, se os espaçadores forem utilizados corretamente para criar alívio interno nas coroas, é possível considerar dispensável a confecção dos biséis nos terminos cervicais para melhorar o assentamento vertical.

Em 1985, Tjan et al. (22) investigaram a efetividade do canal de escape interno no assentamento de coroas totais fundidas em ouro. Utilizaram 30 molares humanos superiores extraídos, apresentando características semelhantes em suas coroas (altura e largura), preparados para receber coroas totais. Os preparos foram padronizados quanto à largura e inclinação das paredes e, então, divididos em três grupos de acordo com o tipo de término cervical: plano inclinado 135°, ombro em 90° e ombro em 90° biselado em 45°. Uma broca diamantada média com ponta arredondada foi utilizada para fazer o canal de escape. A profundidade do canal foi próxima ao diâmetro da ponta diamantada. As coroas fundidas (liga de ouro tipo III) foram cimentadas com cimento de fosfato de zinco tipo I de acordo com as recomendações do fabricante, assentadas sob leve pressão a uma temperatura de 24°C, e submetidas à carga estática vertical de 6 Kg por 10 minutos. As medidas

foram feitas eletronicamente. Os autores concluíram que coroas totais com término em ombro 90° apresentam uma discrepância vertical semelhante às aquelas apresentadas para o término em linha inclinada. O canal de escape melhorou significativamente o assentamento das coroas totais com término em ombro 90° biselado. A discrepância vertical foi menor para o término em ombro 90° biselado quando comparada com as dos termos ombro em 90° e plano inclinado.

Wanserski et al. (11), em 1986, avaliaram a alteração na adaptação marginal durante o processo de confecção de coroas metalocerâmicas com margem vestibular em cerâmica pura. Para o estudo, foram preparados nove corpos de prova com formas semelhantes às dos incisivos. O término cervical utilizado foi o do tipo ombro reto com 1,0 mm de espessura. As infraestruturas metálicas em liga de ouro foram confeccionadas com 0,5 mm de espessura. Para a análise da adaptação marginal, foram selecionados seis pontos (três na margem em metal nas regiões proximal e lingual e três na margem cerâmica nas regiões proximal e vestibular). Após a aplicação da porcelana opaca para esconder o metal, foi realizada a aplicação do colar em cerâmica pura na região vestibular com a porcelana de ombro da Vita. A análise da adaptação da infraestrutura com o preparo esquemático foi realizada em quatro diferentes fases: I. após a confecção da infraestrutura metálica, II. após a aplicação da porcelana opaca, III. após a aplicação da porcelana de cobertura e IV. após o glaze. No estágio IV, a margem totalmente cerâmica apresentou uma adaptação variando entre 10 µm e 20 µm. Já na região da margem em metal, os valores variaram entre 8 µm e 37 µm. A maior diferença de adaptação registrada no estudo foi observada na margem metálica na transição entre as fases I

e II. Os autores concluíram que, tanto para a margem em metal quanto para a margem em cerâmica, a adaptação registrada ao final de todas as fases de confecção foi clinicamente aceitável.

Em 1990, Hunter & Hunter (56) revisaram e discutiram a literatura a respeito das configurações e discrepâncias das margens de preparos para coroas totais e suas relações com a gengiva. Afirmaram que, em geral, essas discrepâncias são clinicamente significativas, desde que favoreçam a retenção de placa. Afirmaram ainda que a incorporação de margens com formas geométricas deslizantes tem sido um método favorável para a minimização das discrepâncias de assentamento e adaptação. Salientaram o papel das margens das restaurações na saúde gengival, indicando a importância de margens superficiais, bem como a necessidade de uma reavaliação do uso de biséis longos. Relataram que margens horizontais, quando combinadas com procedimentos que melhoram o assentamento da coroa, promovem o melhor método para minimizar as discrepâncias de assentamento e melhorar a saúde gengival.

Felton et al. (7), em 1991, avaliaram a relação entre a adaptação marginal de coroas totais e a saúde do tecido periodontal. Nesse estudo foram analisadas 42 coroas totais (liga de ouro tipo III) em 29 pacientes pré-selecionados, os quais obrigatoriamente se enquadravam dentro de três critérios: 1) coroas presentes realizadas na Faculdade de Odontologia da Carolina do Norte (EUA), 2) coroas em função por, no mínimo, 4 anos, 3) coroas que apresentassem margem subgengival. As margens das coroas estudadas foram moldadas com silicone de adição e modelos foram confeccionados para a avaliação por eletromicrografia. A

discrepância vertical marginal foi determinada por 10 mensurações feitas ao longo da margem de cada coroa com posterior cálculo do valor médio obtido. A avaliação periodontal clínica foi realizada por meio da análise de profundidade de bolsa, volume do exudato sulcular e “index” gengival. Não houve correlação entre profundidade de bolsa e desadaptação marginal. No entanto, o “index” gengival e o volume do exudato sulcular apresentaram alta correlação com a discrepância marginal. Com isso, os autores concluíram que existe uma correlação significativa entre a desadaptação marginal e a inflamação periodontal para as coroas com margens localizadas subgengivalmente.

White & Kipnis (56), em 1993, analisaram a adaptação de coroas totais metálicas cimentadas em pré-molares extraídos. Os dentes foram preparados, moldados e suas respectivas coroas confeccionadas para a análise das discrepâncias marginais, em quatro pontos pré-determinados nas margens, em microscópio óptico com aumento de 500 vezes. Após as leituras, as restaurações foram cimentadas com os cimentos de fosfato de zinco Flecks Zinc Phosphate, de policarboxilato de zinco Durelon, de ionômero de vidro Ketac Cem, resinoso Thin Film Cement associado ao sistema adesivo Tenure e resinoso adesivo Panavia Ex. Os corpos de prova foram armazenados em ambiente com 100% de umidade relativa, a 37°C por 24 horas e posteriormente foram realizadas novas leituras. A análise dos dados mostrou que, antes da cimentação, a discrepância marginal foi semelhante para todos os grupos, porém, após esse procedimento, os grupos constituídos pelos cimentos resinosos apresentaram valores de discrepância significativamente maiores do que os demais cimentos, que apresentaram comportamentos semelhantes entre si.

Rocha et al. (25), em 1998, analisaram a discrepância vertical após cimentação de coroas totalmente metálicas em função de diferentes terminos cervicais e diferentes agentes de cimentação. Para o estudo foram usinados modelos padrão com diferentes terminos cervicais (ombro reto, ombro reto com bisel em 45°, chanfro, plano inclinado 135° e lâmina de faca) e cápsulas metálicas (aço inoxidável) simulando coroas totais sem e com alívio interno de 30 µm. Os conjuntos (troquel/cápsula metálica) foram cimentados com três cimentos provisórios (Nogenol, Temp Bond N. E. e Lee Smith Temporary Cement) e com um cimento definitivo de fosfato de zinco (Lee Smith Zinc Cement). A partir dos resultados do experimento, os autores concluíram que sempre houve discrepância vertical positiva após a cimentação das coroas, tendo o menor valor médio sido apresentado pelo cimento de fosfato de zinco. Sempre houve uma diminuição da desadaptação marginal quando o alívio interno foi realizado. A maior discrepância marginal foi apresentada pelo preparo com término cervical do tipo ombro reto seguido, em ordem decrescente, pelos preparos em ombro reto com bisel de 45°, chanfro, plano inclinado 135° e lâmina de faca.

Em 1998, Figueiredo et al. (24) estudaram as discrepâncias de assentamento ocorridas na cimentação de coroas totais metálicas, com ou sem alívio interno. Para isso foram confeccionados troquéis metálicos em aço inox simulando preparos dentais. Foram analisados diferentes tipos de término cervical (chanfro, lâmina de faca, plano inclinado 135°, ombro e ombro com bisel de 45°) em função de três diferentes cimentos provisórios de óxido de zinco (Provy, Temp Bond

NE, Temp Bond) e um cimento definitivo (fosfato de zinco – S. S. White). A adaptação marginal foi medida, antes e após a cimentação, em metroscópio horizontal (resolução de 0,0002 mm). Os autores observaram que o alívio interno diminuiu a discrepância marginal após a cimentação, independente do tipo de cimento e término cervical empregado. A melhor adaptação marginal foi promovida pelo término em lâmina de faca, independente do cimento empregado, seguido pelo plano inclinado 135°, chanfro, ombro e ombro biselado. Para todos os tipos de preparo, o cimento Temp Bond NE apresentou menor discrepância marginal, seguido, em ordem decrescente, pelo Temp Bond, Provy e fosfato de zinco.

Tuntiprawon (26), em 1999, avaliou a influência do agente de cimentação e da rugosidade superficial do preparo dental na adaptação marginal de coroas totais metálicas. Para isso, 60 pré-molares foram preparados de forma padronizada (ombro/6° de expulsividade) e receberam acabamento superficial com brocas de duas diferentes granulações (120 µm e 50 µm). Para os dentes preparados, foram confeccionadas coroas metálicas (AgPd) e a adaptação foi avaliada em indicador digimático. As coroas foram cimentadas (fosfato de zinco - Phosphacap, ionômero de vidro – Fuji Capl e resinoso – Panavia 21) e a adaptação marginal foi novamente analisada. O autor concluiu que não houve diferença no assentamento das coroas para as duas rugosidades avaliadas. Os cimentos de fosfato de zinco e ionomérico não apresentaram diferença significativa na rugosidade de 120 µm e foram melhores que o Panavia 21. Já para a rugosidade de 50 µm, somente o fosfato de zinco apresentou a melhor adaptação, tendo os outros cimentos sido considerados iguais entre si.

Matuda et al. (27), em 2000, analisaram três tipos de conicidade das paredes axiais dos preparos dentais para coroa total metálica (6°, 10° e 20°), três tipos de terminos cervicais (plano inclinado 135°, chanfro e ombro reto biselado em 45°) e dois cimentos de fosfato de zinco; quanto à discrepância de assentamento vertical. Foram confeccionados corpos de prova metálicos compostos de troquéis padrão e cápsulas metálicas, simulando coroas totais, aliviadas internamente. A adaptação do conjunto troquel/cápsula metálica foi avaliada antes e após a cimentação (10 mensurações em cada corpo de prova). Após a análise dos resultados, concluíram que não houve diferença estatisticamente significativa entre as conicidades de 10° e 20°, mas estes apresentaram melhor adaptação que os preparos com 6°. Em relação aos diferentes tipos de terminos cervicais, o chanfro e o plano inclinado 135° apresentaram menor discrepância de assentamento marginal em relação ao ombro biselado.

Pienjai (28), em 2001, avaliou a influência do término cervical, a força de assentamento e os agentes de cimentação na adaptação marginal de coroas totais metálicas. Para isso foram confeccionados padrões esquemáticos em resina acrílica simulando preparos dentários de pré-molares com diferentes terminos cervicais (chanfro, ombro e ombro com bisel 45°). Sobre os padrões foram confeccionadas coroas totais metálicas em AgPd. Estas foram cimentadas (fosfato de zinco – Phosphacap e ionômero de vidro – Fuji Cap 1) com diferentes forças de cimentação (25N, 100N e 300N). A adaptação marginal foi observada e mensurada por meio de indicador digimático. Não houve diferença significativa na discrepância marginal para os terminos cervicais e cimentos avaliados. A maior pressão de cimentação promoveu melhor assentamento das coroas metálicas.

Chan et al. (30), em 2004, avaliaram a influência da convergência dos preparos dentais na adaptação marginal de coroas totais metálicas (Williams Dental Tech Alloy nº 35). Para o estudo foram confeccionados 46 corpos de prova simulando preparos para coroa total (ombro reto), com convergência variando entre 0° e 70°. A discrepância marginal foi analisada antes e após a cimentação por meio de microscopia óptica. O aumento na convergência do preparo promoveu diferentes valores de adaptação marginal da coroa (μm), variando de $4,58 \pm 1,13$ a $78,13 \pm 78,30$. Houve correlação positiva entre a convergência do preparo e adaptação marginal. Mínima discrepância marginal foi encontrada em preparos com convergência variando entre 2° e 20°. Concluíram, então, que a adaptação marginal é influenciada pela convergência do preparo.

Em 2005, Wöstmann et al. (31) analisaram a influência do término cervical na adaptação marginal de infraestruturas metálicas. Para isso, 90 pacientes que apresentavam dentes com indicação de extração foram voluntários no estudo. Esses dentes foram divididos em três grupos e preparados com os seguintes termos cervicais: chanfro, plano inclinado 135° e ombro. Os preparos foram moldados com diferentes materiais (silicone de adição e silicone de condensação) por meio de diferentes técnicas (dupla mistura e reembasamento). Os troquéis foram vazados com gesso sintético tipo IV e as infraestruturas foram fundidas em liga nobre. As fendas marginais foram observadas e mensuradas em microscópio eletrônico. As médias de valores para a discrepância marginal foram menores que 150 μm para todos os grupos. Os melhores e piores valores foram apresentados pelos grupos em

chanfro e ombro respectivamente. Os preparos supragengivais apresentaram melhor adaptação que os subgengivais. Não houve diferença significativa entre os materiais e as técnicas de moldagem avaliadas.

Lopes et al. (12), em 2005, avaliaram a adaptação interna e marginal de coroas totais metálicas, que foram confeccionadas com liga de prata-paládio (Porsion 4) nova ou refundida. Para esse estudo foram confeccionados 30 troquéis metálicos com três diferentes terminos cervicais (ombro, ombro com bisel de 20° e chanfro). Sobre os troquéis foram confeccionadas coroas metálicas, sendo metade destas fundidas com liga nova e a outra metade com liga refundida. Para a análise da adaptação marginal, o conjunto troquel/coróa foi estabilizado com uma pressão de 9 Kg durante 1 minuto e foram feitas 12 leituras ao longo da linha de adaptação. Para a verificação da adaptação interna do conjunto, este foi submetido aos mesmos passos descritos acima, no entanto, nesse momento a coróa foi unida ao troquel com adesivo cianoacrilato (Superbond), incluída em acrílico e cortada ao meio para a análise da adaptação em nove pontos no interior da coróa. Para todos os grupos, tanto na adaptação marginal quanto na interna, as coroas confeccionadas com liga nova mostraram menor discrepância que aquelas confeccionadas com liga refundida. Em relação aos diferentes terminos cervicais, não houve diferença entre os grupos na adaptação marginal. Já na adaptação interna, o preparo do tipo ombro apresentou melhor adaptação que os demais terminos estudados. Sendo assim, os autores concluíram que a liga estudada não permite a refundição durante a confecção de coroas totais.

Shiratsuchi et al. (13), em 2006, avaliaram a influência de três diferentes terminos cervicais na adaptação marginal de infraestruturas metálicas para metalocerâmica. Nesse estudo foram confeccionados três diferentes tipos de preparo com dimensões semelhantes às de um incisivo central (chanfro largo, ombro, ombro com ângulo interno arredondado). Oito infraestruturas pré-fabricadas foram confeccionados para cada um dos tipos de preparo. A discrepância marginal foi medida em 60 pontos de cada corpo de prova antes e após a aplicação da cerâmica. Houve diferença estatística entre os tipos de preparos e entre os diferentes momentos em que a adaptação foi avaliada. Os menores valores de desadaptação foram apresentados pelos corpos de prova com o término cervical em forma de chanfro largo, tanto antes quanto depois da aplicação da cerâmica (17,64 μm - 21,78 μm e 23,96 μm - 25,72 μm). As maiores desadaptações foram apresentadas, nos dois momentos avaliados, pelos corpos de prova com o término do tipo ombro (38,13 μm - 49,89 μm e 73,87 μm - 89,44 μm). Diante disso, os autores concluíram que as infraestruturas sofreram alteração dimensional após a queima da cerâmica.

Olivera & Saito (32), em 2006, avaliaram o efeito de espaçadores de troquel na adaptação marginal de coroas totais utilizando três diferentes cimentos. Para o estudo 99 molares humanos extraídos foram preparados de forma padronizada para coroa total, moldados e seus respectivos troquéis foram obtidos em gesso. Os troquéis foram aliviados de três diferentes maneiras: 1) cobrindo a oclusal e 1/3 da superfície axial, 2) cobrindo a oclusal e 2/3 da superfície axial, 3) cobrindo todo o preparo exceto o 0,5 mm apical final. Sobre os corpos de prova foram confeccionadas coroas totais metálicas (Pors-on 4). Estas foram cimentadas

nos dentes preparados com três diferentes agentes de cimentação: 1) fosfato de zinco, 2) cimento ionomérico modificado por resina (Vitremer), 3) cimento resinoso (Panavia 21). Do total de corpos de prova, 72 foram avaliados, por meio de microscopia óptica, quanto à adaptação marginal antes e após a cimentação. Os 27 restantes foram avaliados em microscópio eletrônico. Antes da cimentação, a melhor adaptação marginal foi verificada no grupo em que o troquel foi aliviado cobrindo todo o preparo, exceto o 0,5 mm apical final. Após a cimentação, a melhor adaptação também ocorreu quando o troquel foi totalmente aliviado, mas este evento estava associado ao cimento ionomérico. Os autores concluíram que o aumento da área aliviada melhorou a adaptação marginal das coroas. Após a cimentação, o cimento de ionômero de vidro promoveu melhor adaptação marginal. A microscopia óptica e a eletrônica apresentaram boa correlação.

Komine et. al. (14), em 2007, avaliaram o efeito dos ciclos de aquecimento na infraestrutura metálica (liga de ouro) em função de três diferentes tipos de término cervical (ombro, ombro com ângulo interno arredondado e chanfro profundo). A discrepância marginal foi avaliada em seis diferentes momentos: 1-antes dos ciclos de aquecimento, 2 – após a aplicação do adesivo na liga de ouro, 3 – após o ciclo de aquecimento para a aplicação do opaco, 4 - após o ciclo de aquecimento para a aplicação da dentina, 5- após o ciclo de aquecimento para a aplicação do esmalte e 6- após o aquecimento para o glaze. Para todos os tipos de preparo, os valores de adaptação marginal foram sofrendo alteração no decorrer da sequência dos procedimentos testados. Não houve diferença de adaptação entre os preparos testados. A maior alteração marginal foi observada após o primeiro ciclo de

aquecimento (opaco). Os ciclos de aquecimento promoveram maior alteração marginal no preparo tipo ombro (ângulo interno reto).

Almeida et. al. (15), em 2010, avaliaram a influência da temperatura de cocção da porcelana na adaptação marginal de infraestruturas de NiCrTi em diferentes formas de preparo. Foram confeccionados troquéis metálicos com as seguintes combinações término cervical/expulsividade das paredes axiais: 1) ombro/6°; 2) ombro/20°; 3) plano inclinado/6°; 4) plano inclinado/20°. Sobre cada troquel foi confeccionada uma infraestrutura para metalocerâmica. As leituras foram realizadas, antes e após a realização dos ciclos de aquecimento para aplicação da porcelana, em estereomicroscópio (32x). As médias de adaptação (μm) antes e após a cocção da porcelana nos diferentes preparos foram respectivamente: 1) 111,92 e 127,31; 2) 124,15 e 135,48; 3) 122,19 e 138,77; 4) 166,09 e 186,72. A cocção da porcelana prejudicou a adaptação, independentemente da forma do preparo. O preparo em plano inclinado 20° promoveu uma pior adaptação quando comparado aos preparos em ombro 6° e 20°, que foram estatisticamente iguais entre si. O plano inclinado 6° foi estatisticamente igual às outras três formas de preparo.

Cogoludo et al. (16), em 2010, analisaram a influência da fundição e procedimentos laboratoriais em função do preparo cervical na adaptação marginal de coroas metálicas em NiCrTi. Para isso, foram confeccionadas 60 amostras, simulando preparos dentários para metalocerâmica. Essas amostras foram divididas em 2 grupos com diferentes termos cervicais (ombro arredondado e chanfro). As coroas de cada um dos grupos foram confeccionadas por meio de três diferentes formas de fusão e injeção da liga: 1) indução/centrífuga, 2) gás oxigênio/centrífuga,

3) indução/vácuo-pressão. Os autores observaram que, as coroas obtidas pelos métodos 2 e 3 apresentaram a menor discrepância marginal (45,87 μ m e 61,04 μ m). O método 1 (71,08 μ m) apresentou valores estatisticamente maiores que os demais grupos. Não houve diferença significativa entre os diferentes tipos de preparo cervical. Concluíram que, apesar da diferença entre os métodos, os valores de adaptação marginal encontrados foram clinicamente aceitáveis para todos os grupos.

2.3. RESISTÊNCIA À REMOÇÃO POR TRAÇÃO

Tuntiprawon (26), em 1999, avaliou a influência do agente de cimentação e da rugosidade superficial do preparo dental na retenção de coroas totais metálicas. Para isso, 60 pré-molares foram preparados de forma padronizada (ombro/6° de expulsividade) e receberam acabamento superficial com brocas de duas diferentes granulações (120 μ m e 50 μ m). Para os dentes preparados, foram confeccionadas coroas metálicas (AgPd). Estas foram cimentadas (fosfato de zinco - Phosphacap, ionômero de vidro – Fuji CapI e resinoso – Panavia 21), e a resistência à remoção por tração foi avaliada em máquina universal de ensaios mecânicos. Os melhores e piores resultados foram apresentados, respectivamente, pelas combinações: rugosidade 120 μ m/Panavia 21 e rugosidade 50 μ m/fosfato de zinco.

Pienjai (28), em 2001, avaliou a influência do término cervical, da força de assentamento e dos agentes de cimentação na retenção de coroas totais metálicas.

Para isso foram confeccionados padrões esquemáticos em resina acrílica simulando preparos dentários de pré-molares com diferentes terminos cervicais (chanfro, ombro e ombro com bisel 45°). Sobre os padrões foram confeccionadas coroas totais metálicas em AgPd. Estas foram cimentadas (fosfato de zinco – Phosphacap e ionômero de vidro – Fji Cap 1) com diferentes forças de cimentação (25, 100 e 300N). O teste de remoção por tração foi realizado em máquina universal de ensaios mecânicos. O autor observou que o aumento da força de cimentação não influenciou a resistência à tração. Os preparos do tipo ombro promoveram melhor retenção que o preparo do tipo chanfro. O cimento de ionômero de vidro apresentou maiores médias de resultado que o fosfato de zinco.

Zidan & Ferguson (29), em 2003, estudaram a influência do agente de cimentação e da configuração do preparo na resistência à tração de coroas totais metálicas. Para isso, molares foram preparados com diferentes angulações nas paredes axiais (6°, 12° e 24°). Sobre eles foram confeccionadas coroas metálicas (AuPd), as quais foram cimentadas com os seguintes cimentos: fosfato de zinco – Fleck's, ionômero de vidro – Ketac-Cem e cimento resinoso – C&B Metabond e Panavia. A resistência à remoção por tração foi avaliada em máquina universal para ensaios mecânicos. Não houve diferença estatística quando as variáveis cimento e expulsividade do preparo foram comparadas. Os cimentos resinosos foram estatisticamente iguais e apresentaram melhores médias de tração que os cimentos ionomérico e fosfato de zinco.

Chan et al. (30), em 2004, avaliaram a influência da convergência dos preparos dentais na resistência à tração de coroas totais metálicas. Para o estudo

foram confeccionados 46 corpos de prova simulando preparos para coroa total (ombro reto), com convergência variando entre 0° e 70°. A retenção das coroas foi avaliada por teste mecânico de tração (Instron, com velocidade do atuador em 0,5 mm/min.). Os valores de retenção (MPa) variaram de $4,03 \pm 0,61$ a $12,12 \pm 0,33$. Houve correlação negativa entre a convergência do preparo e a resistência à tração. Ótima retenção foi encontrada em preparos com convergência variando entre 2° e 20°. Concluíram, então, que a retenção é influenciada pela convergência do preparo.

Fonseca et al. (54), em 2004, avaliaram o grau de polimerização de cimentos resinosos, em função de diferentes intensidades de luz, por meio de ensaio de dureza e resistência à remoção por tração de coroas cimentadas em troquéis com diferentes cimentos. A primeira etapa foi realizada submetendo-se ou não os cimentos resinosos Panavia F, Scotchbond Resin Cement, Enforce e Cement-it à fotoativação, tendo as leituras sido realizadas nos tempos: imediato, 1 hora, 2 horas, 24 horas e 7 dias após a espatulação dos materiais. No segundo ensaio, foram confeccionados troquéis e coroas, ambos com liga de NiCr, os quais foram cimentados aos pares com os materiais descritos anteriormente, além do cimento de fosfato de zinco. O teste de remoção por tração foi realizado em máquina universal de ensaios mecânicos, com célula de carga de 10kN e velocidade de 0,5 mm/min. Os autores observaram que os cimentos resinosos alcançaram maior dureza nos grupos fotoativados em todos os tempos analisados, com exceção do Scotchbond Resin Cement e do Enforce, os quais aos 7 dias, mostraram igualdade estatística entre os tratamentos. Os cimentos Panavia F (3348N) e fosfato de zinco (1068N) apresentaram a maior e a menor força de remoção por tração respectivamente. O Scotchbond Resin Cement (1625N), o Enforce (1645N) e o Cement-it (1465N)

ficaram em uma posição intermediária, diferenciando-se estatisticamente dos demais materiais, mas não entre si.

Olivera & Saito (32), em 2006, avaliaram o efeito de espaçadores de troquel na retenção de coroas totais utilizando três diferentes cimentos. Para o estudo 99 molares humanos extraídos foram preparados de forma padronizada para coroa total, moldados e seus respectivos troquéis foram obtidos em gesso. Os troquéis foram aliviados de três diferentes maneiras: 1) cobrindo a oclusal e 1/3 da superfície axial, 2) cobrindo a oclusal e 2/3 da superfície axial, 3) cobrindo todo o preparo exceto o 0,5 mm apical final. Sobre os corpos de prova foram confeccionadas coroas totais metálicas (Pors-on 4). Estas foram cimentadas nos dentes preparados com três diferentes agentes de cimentação: 1) fosfato de zinco, 2) cimento ionomérico modificado por resina (Vitremer), 3) cimento resinoso (Panávia 21). Os corpos de prova foram termociclados (700 ciclos - 5°C e 55°C). A resistência de união por tração foi medida em máquina universal de ensaios mecânicos com velocidade de 0,5 mm/min. A maior resistência à tração foi observada em todos os grupos cimentados com cimento resinoso.

Abreu et al. (49), em 2007, estudaram o efeito do tipo de liga e do pré-tratamento da infraestrutura metálica na resistência à remoção por tração em preparos expulsivos. Para isso, molares recém-extraídos foram preparados com término cervical em ombro e expulsividade das paredes axiais de 20°. Foram, então, confeccionadas infraestruturas metálicas em Pd-Ag e Cr-Co. Para cada tipo de liga, três tratamentos de superfície foram realizados: 1) oxidação do metal, 2) jateamento com óxido de alumínio 50 µm e 3) primer metálico. As infraestruturas foram

cimentadas com o cimento autoadesivo RelyX Unicem. As amostras foram termocicladas (500 ciclos – 5° e 55°C) e armazenadas em água destilada a 37°C por 24 horas, quando o teste mecânico de remoção por tração foi realizado. Os resultados de tração foram semelhantes para todas as combinações (tipo de metal/tratamento) avaliadas. Já na análise de fratura, houve diferença entre as variáveis.

Johnson et al. (34), em 2009, avaliaram a influência do agente de cimentação na remoção por tração de infraestruturas para metalocerâmicas. Para isso, dentes naturais (molares) foram preparados em ombro com 20° de expulsividade das paredes axiais e 4 mm de altura. Sobre esses preparos foram realizadas infraestruturas metálicas em ouro cerâmico, as quais foram cimentadas com diferentes materiais (RelyX Luting, RelyX Unicem, Panavia F, Fuji Plus, Fuji CEM, Maxcem, BisCEM, iCEM, fosfato de zinco Fleck's) . Observaram que houve grande variação entre os resultados dos cimentos autoadesivos. Os cimentos adesivos convencionais apresentaram os maiores valores de tração. O cimento de fosfato de zinco teve a menor média de resultados. Os autores concluíram que todos os cimentos avaliados apresentaram resistência à tração superior ao grupo controle (fosfato de zinco) e promovem adequada retenção das restaurações metalocerâmicas.

Em 2009, Ayad et al. (33) analisaram a relação entre ângulo de convergência das paredes axiais em preparos para coroa total metálica (NiCrBe) e resistência à tração após a recimentação com agentes convencionais e adesivos. Para isso, foram realizados preparos padronizados em 120 dentes humanos

extraídos. Três diferentes expulsividades (5°, 12° e 25°) e quatro cimentos (fosfato de zinco – Fleck's, ionômero de vidro – Ketac-Cem e cimentos resinosos – Panavia 21 e C&B-Metabond) foram estudados. A resistência à remoção por tração foi avaliada em máquina universal de ensaios mecânicos. Após a primeira remoção das coroas, estas foram limpas em ultrassom e jateadas com óxido de alumínio 50 µm. Os preparos dentários foram limpos e polidos com pasta profilática. Não houve diferença entre as expulsividades de 5°, 12° e 25° para cada cimento testado 1ª/2ª cimentação. Os resultados (MPa) foram, respectivamente: fosfato de zinco (4,6; 3,9 e 2,7/3,2; 2,7 e 2,4), cimento de ionômero de vidro (4,7; 3,2 e 2,9/4,4; 3,1 e 2,6), Panavia 21 (7,4; 7,4 e 5,9/6,9; 6,7 e 5,6) e C&B-Metabond (6,3; 6,1 e 5,7/5,8; 5,8 e 5,2). A segunda cimentação apresentou menores valores de força de tração. O Panavia 21 apresentou os maiores valores na primeira cimentação e tração semelhante à dos demais cimentos na segunda cimentação.

Proposição

3. PROPOSIÇÃO

Diante dos fatos apresentados anteriormente, este trabalho teve por objetivo avaliar, in vitro:

1. a adaptação marginal, antes e após a cimentação, do conjunto troquel/infraestrutura metálica em função da variação do término cervical (ombro e plano inclinado 135°), da expulsividade das paredes axiais (6° e 20°) do preparo e de diferentes agentes de cimentação (Fosfato de Zinco, RelyX U100 e Panavia F);
2. a resistência à remoção por tração do conjunto troquel/infraestrutura metálica em função da variação do término cervical, da expulsividade das paredes axiais do preparo e de diferentes agentes de cimentação.

Material e Método

4. MATERIAL E MÉTODO

Para este estudo foram confeccionados quatro grupos de troques metálicos esquemáticos (n=30), variando-se o término cervical e a angulação da parede axial, com dimensões semelhantes às de um molar (6,0 mm de altura e 12,0 mm de diâmetro), como está representado na Tabela 1 (Figura 1).

Tabela 1 - Modelos padrão representando preparos dentais

Términos cervicais	Plano inclinado 135°		Ombro	
Angulação das paredes axiais	6°	20°	6°	20°



Figura 1: Tipos de preparos dentais esquemáticos

4.1. OBTENÇÃO DOS TROQUÉIS ESQUEMÁTICOS

Os troquéis esquemáticos foram confeccionados em liga de NiCr Dan Ceramalloy (Nihon Shika Kinzuku Co., Japão), a qual apresenta em sua composição: Ni (56%), Cr (20%), Co (12%), Mo (5%), Ti (2%) e outros metais (5%). Os padrões em cera foram obtidos a partir de quatro matrizes metálicas bipartidas (Figura 2A e 2B), que apresentavam em seu interior o molde negativo de cada uma das formas de preparo avaliadas neste estudo (Tabela1).

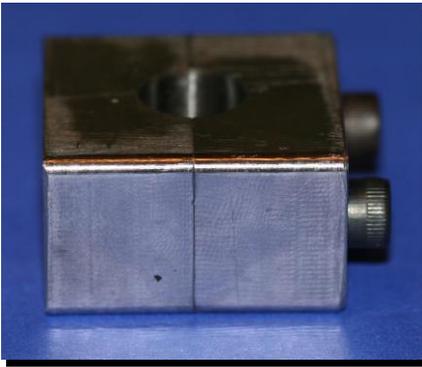


Figura 2A: Matriz metálica bipartida – vista externa.

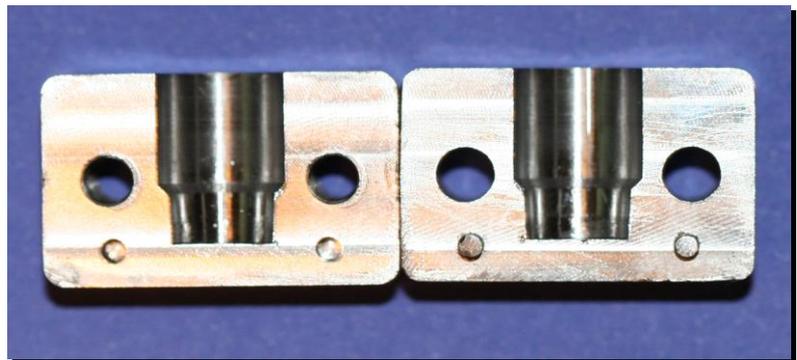


Figura 2B: Matriz metálica bipartida – vista interna.

Para a confecção dos padrões, a cera tipo II Excelsior (S.S.White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) foi fundida no aparelho Dippy Pro (Yeti Dental, Engen, Alemanha) a uma temperatura de 83°C e, com o auxílio de dois conta-gotas, depositada no interior do molde isolado com vaselina sólida (Emfal, Betim, MG, Brasil) até total preenchimento. O conjunto foi deixado em bancada, por um período de 5 minutos, até atingir a temperatura ambiente. Em seguida, a matriz foi aberta e o padrão de cera removido e posicionado em um anel de silicone para fundição. Em cada anel, um único padrão foi posicionado por meio de conduto de alimentação em cera. (Figura 3).



Figura 3: Padrão de cera posicionado em anel de fundição.

Após a aplicação do agente umectante (Kota, São Paulo, SP, Brasil), 90,0g do pó e 22,5 mL do líquido do revestimento fosfatado Heat Shock (Polidental, Cotia, SP, Brasil) foram espatulados mecanicamente a vácuo e a mistura foi vertida no anel. Vinte minutos após o vazamento, o conjunto foi removido do anel e a

superfície superior do revestimento foi recortada para facilitar a eliminação dos gases durante o processo de fundição. Este conjunto, juntamente com o cadinho empregado na fundição, foram levados ao forno EDGCON 3P (EDG, São Carlos, SP, Brasil), o qual já se encontrava aquecido à temperatura de 850°C, para eliminação da cera. Ambos permaneceram em seu interior pelo tempo necessário para que a temperatura atingisse 1250°C e se mantivesse neste patamar por 10 minutos.

Após este período, o cadinho foi removido do forno, posicionado na centrífuga e, no seu interior, foram colocadas 20 g de liga, a qual foi fundida com maçarico de gás-oxigênio. O molde de revestimento foi retirado do forno, posicionado na centrífuga e a liga fundida foi injetada no interior do mesmo. Após o resfriamento do conjunto à temperatura ambiente, as peças foram desincluídas, os condutos eliminados com disco de carborundum e os corpos metálicos limpos. A base dos troquéis fundidos foi perfurada de forma padronizada para que o teste mecânico de tração pudesse ser realizado posteriormente com os corpos de prova presos ao dispositivo de ensaio por meio de um pino passante.

Os troquéis foram, então, polidos com borracha abrasiva verde (Dedeco International Inc, Long Eddy, Nova Iorque, Estados Unidos) e a superfície dos mesmos foi jateada com óxido de alumínio de 50 µm (Bio-Art, São Carlos, SP, Brasil), com pressão de 2,8 bar e distância padronizada de 10,0 mm entre a ponta do aparelho e a superfície em metal.

4.2. OBTENÇÃO DAS INFRAESTRUTURAS METÁLICAS

As infraestruturas metálicas foram confeccionados em liga de NiCr Dan Ceramalloj especificamente para cada um dos troquéis. O enceramento foi realizado com o auxílio de uma matriz metálica com encaixe perfeito à base dos troquéis obtidos, assim, padronizando as infraestruturas, com espessura de 0,8 mm (Figura 4).



Figura 4: Matriz metálica para a obtenção das infraestruturas em cera.

Para tal processo, a cera fundida foi vertida, completando todo o interior do anel isolado com vaselina, e o conjunto foi deixado em bancada durante 5 minutos para até atingir a temperatura ambiente. O padrão foi destacado e a sua adaptação ao troquel esquemático foi avaliada com sonda exploradora de ponta fina 47 (Duflex, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), sendo realizados pequenos ajustes, quando necessários. Nos espécimes em que a extremidade do instrumento prendia-se na

interface infraestrutura/troquel durante movimentos realizados verticalmente, no sentido cérvico-oclusal, o padrão em cera foi descartado e o enceramento do mesmo foi repetido.

Em seguida, as infraestruturas foram incluídas e fundidas de forma semelhante à descrita anteriormente utilizando 15 gramas de liga. Após a desinclusão e o corte do conduto de alimentação foi realizada a limpeza das mesmas e estas também foram perfuradas de forma padronizada para permitir a correta realização do teste mecânico de tração. Foi realizado, então, o polimento externo das infraestruturas com borracha abrasiva e o jateamento da superfície interna com óxido de alumínio 50 µm (Bio-Art, São Carlos) sob pressão controlada e distância padronizada já citadas anteriormente.

As infraestruturas metálicas foram submetidas ao ciclo de aquecimento do opaco, dentina e glaze em forno específico para cerâmica (Alumini Press, EDG, São Carlos, SP, Brasil), simulando, desta forma, o ciclo de cocção da porcelana feldspática Noritake EX3 (Noritake, Nagoya, Japão) (Tabela 2) que, em situação clínica real, seria aplicada sobre o mesmo (Figura 5). Com isso, alterações dimensionais que esta infraestrutura pudesse vir a sofrer também foram consideradas neste estudo.

Tabela 2. Ciclos de aquecimento para a cocção da porcelana Noritake EX3

	Opaco	Dentina	Glaze
Tempo de secagem	8 minutos	8 minutos	5 minutos
Temperatura inicial	400 °C	600 °C	650 °C
Início do Vácuo	400 °C	600 °C	Sem vácuo
Taxa de elevação	65 °C/minuto	45 °C/minuto	130 °C/minuto
Vácuo	Total	Total	Sem vácuo
Saída do vácuo	980 °C	920 °C	-
Tempo de manutenção no forno	Manter 1 minuto sem vácuo	Não manter tempo	Não manter tempo
Tempo final	980 °C	930 °C	890 °C
Resfriamento (saída)	1 minuto	1 minuto	1 minuto



Figura 5: Forno Alumini Press para simular a aplicação da porcelana

4.3. AVALIAÇÃO DA ADAPTAÇÃO MARGINAL (L0): FENDA MARGINAL

Para a avaliação da adaptação marginal, as infraestruturas foram posicionadas sobre o respectivo troquel e dois elásticos ortodônticos de força média, com 7,94 mm de diâmetro (Morelli, Sorocaba, SP, Brasil) foram utilizados para estabilizar o conjunto em posição. Este foi dividido em quatro faces eqüidistantes, com três marcações (pontos de leitura) cada. Essas marcações foram realizadas sobre a infraestrutura e sobre o troquel com broca diamantada 3113F (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brasil) e reforçada com caneta colorida, assegurando que as leituras (L0 e L1) fossem realizadas sempre nos mesmos pontos (FIGURA 6). Após as marcações, com o auxílio de um dispositivo, o conjunto foi mantido sob uma massa de 5 kg durante 10 minutos, simulando, assim a pressão de cimentação que seria realizada em L1(FIGURA 7).



Figura 6: Copping posicionado sobre troquel esquemático



Figura 7: Dispositivo utilizado para simular pressão de cimentação.

As leituras da fenda marginal foram realizadas de maneira cega por um único operador calibrado, em estereomicroscópio (M80, Leica Microsystems Ltda, Heerbrugg, Suíça) utilizando um aumento de 32 vezes (FIGURA 8). Em cada uma das faces foram realizadas 3 leituras, totalizando 12 leituras para cada corpo de prova. As imagens foram capturadas e mensuradas com o auxílio do programa Leica Application Suite EZ (Leica Microsystems Ltda) (FIGURA 9).



Figura 8: Estereomicroscópio utilizado para as leituras das imagens.

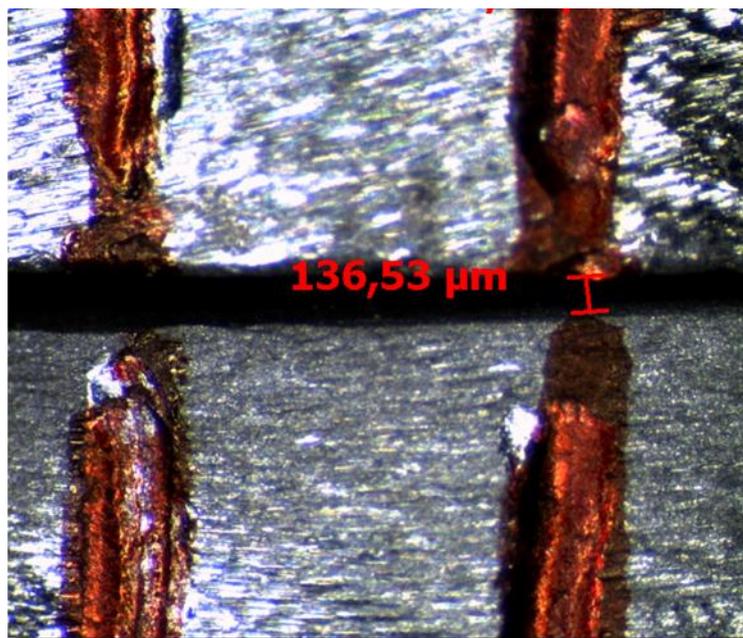


Figura 9: Imagem capturada antes da cimentação (L0)

4.4. CIMENTAÇÃO DAS INFRAESTRUTURAS METÁLICAS

Para a cimentação das infraestruturas metálicas foram utilizados três diferentes agentes cimentantes (Tabela 3) e a ordem de emprego dos mesmos com os diferentes troquéis foi estabelecida por meio de sorteio aleatório.

Tabela 3 – Cimentos utilizados no estudo

Nome comercial	Fabricante	Reação de presa
Fosfato de Zinco	S.S.White, RJ, Brasil	Reação ácido-base
Rely X U100	3M-ESPE, St. Paul, USA	Polimerização dual
Panavia F	Kuraray, Osaka, Japão	Polimerização dual

O proporcionamento dos cimentos foi realizado em massa utilizando balança de alta precisão (Gehaka, São Paulo, SP, Brasil) com sensibilidade de 0,001g.

Os cimentos resinosos, cujos fabricantes indicam comprimentos iguais das pastas base e reagente, foram proporcionados 0,15 g de cada pasta, sendo, portanto empregados 0,3g de material na cimentação.

No cimento de fosfato de zinco, em que o fabricante fornece uma relação de 1,4 g de pó para 0,4 ml de líquido, foi realizada a conversão do volume do líquido em massa, pipetando-se e em seguida pesando-se a quantidade descrita anteriormente. Após se estabelecer esta proporção em massa (1,4 g de pó para 1,54 g de líquido), uma placa de vidro foi colocada sobre a balança, a balança foi tarada e quatro gotas do líquido foram dispensadas sobre a placa. A quantidade de líquido foi, então, pesada e a quantidade de pó foi determinada por uma regra de três. A balança foi novamente tarada e a quantidade correta de pó proporcionada.

A manipulação dos cimentos resinosos foi realizada em bloco de papel, no interior de uma caixa de revelação, para se evitar a exposição à luz, durante 20 segundos. Já o cimento de fosfato de zinco foi manipulado em placa de vidro, respeitando-se a técnica própria deste material.

Após a manipulação, os cimentos foram levados, com o auxílio de uma sonda exploradora nº 47, nas paredes internas da infraestruturas, as quais foram posicionadas nos respectivos troquéis, respeitando-se as marcações presentes nas superfícies externas dos mesmos, que serviram como guias para garantir a manutenção da posição de assentamento realizada anteriormente em L0.

Inicialmente o conjunto foi posicionado apenas com a pressão dos dois elásticos ortodônticos e posteriormente foi mantido por dispositivo mecânico sob

uma massa de 5,0 kg também durante 10 minutos, garantindo, assim, o escoamento e presa inicial do cimento. Esse procedimento também manteve a padronização da pressão de assentamento realizada anteriormente na primeira leitura (L0). Após este período, o excesso do cimento foi removido.

Os corpos de prova cimentados com os cimentos resinosos duais foram fotopolimerizados (Ultralux eletrônico, Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) durante 40 segundos em cada uma das faces indicadas pelas marcações realizadas durante L0. Essa fotopolimerização ocorreu com o conjunto ainda mantido sob pressão. Os corpos de prova foram liberados do dispositivo e armazenados a seco em estufa a 37°C por 1 hora, até a realização de L1.

4.5. AVALIAÇÃO DA ADAPTAÇÃO MARGINAL (L1): LINHA DE CIMENTAÇÃO

Em L1 foi realizada a leitura em estereomicroscópio da linha de cimentação. Esta foi observada em um aumento de 32 vezes nas mesmas regiões avaliadas em L0. A captura da imagem e a mensuração da linha de cimentação foi realizada pelo mesmo programa anteriormente citado (FIGURA 10).

Após a leitura, os corpos de prova foram armazenados a seco em estufa a 37°C durante 24 horas até a realização da ciclagem térmica.

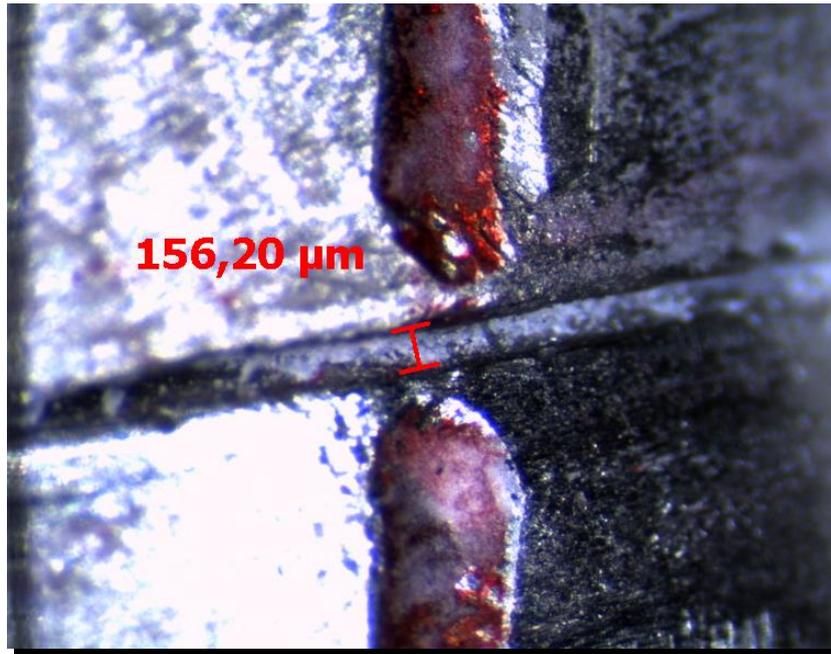


Figura 10: Imagem capturada após a cimentação (L1).

4.6. CICLAGEM TÉRMICA

Após o armazenamento, os corpos de prova foram submetidos à ciclagem térmica num total de 5000 ciclos de 1 minuto em uma variação de temperatura de +5°C e +55°C (Figura 11). Imediatamente após a ciclagem foi realizado o ensaio mecânico de remoção por tração.



Figura 11: Máquina simuladora de ciclagem térmica.

4.7. TESTE MECÂNICO DE REMOÇÃO POR TRAÇÃO

Os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de remoção por tração em máquina de ensaios mecânicos EMIC DL 2000 (São José dos Pinhás, PR, Brasil) (FIGURA 12), com célula de carga de 5 kN e velocidade do atuador de 0,5 mm/minuto. Para a realização do ensaio mecânico foi utilizado um dispositivo específico para o teste de tração, o qual estabiliza o corpo de prova na máquina de forma a minimizar o momento de força durante o movimento da mesma. (Figura13). Os corpos de prova foram posicionados no dispositivo e presos a ele por meio de dois pinos passantes que atravessavam as amostras e o dispositivo nas perfurações padronizadas realizadas em ambos. (Figura 13)

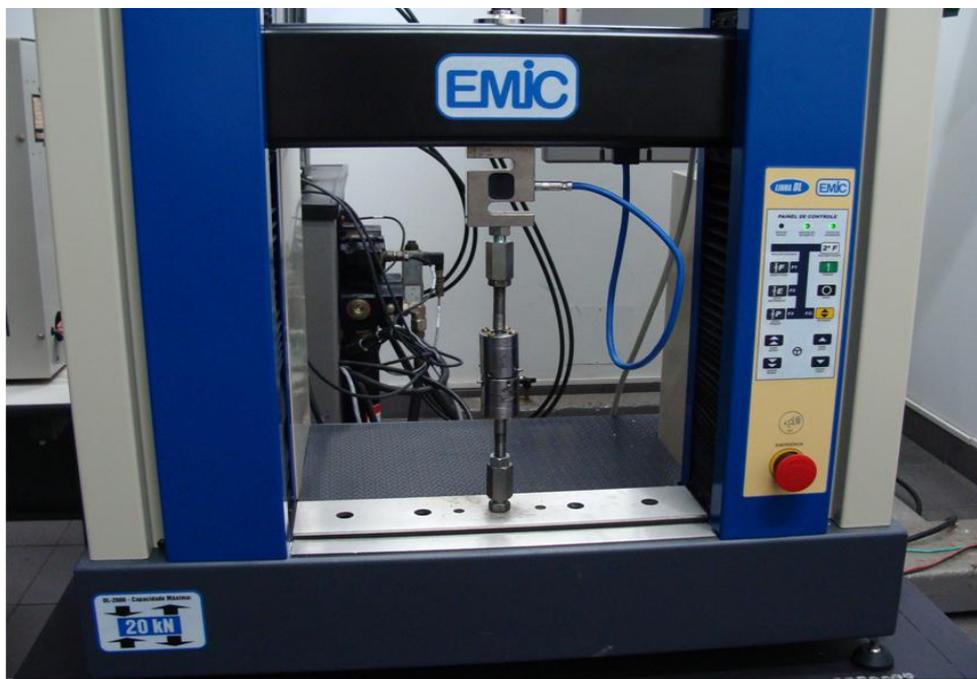


Figura 12: Máquina de ensaios mecânicos (EMIC)



Figura 13: Posicionamento do corpo de prova no dispositivo de tração.

4.8. PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

No presente estudo, as variáveis avaliadas foram adaptação marginal e resistência à remoção por tração. Os fatores de variação foram: 1) forma do término (ombro e plano inclinado), 2) expulsividade (6° e 20°) e 3) cimento (Panavia F, RelyX U100 e fosfato de zinco).

Foram realizadas as seguintes análises comparativas considerando-se a adaptação marginal: 1) entre os tipos de preparo (ombro 6°, ombro 20°, plano inclinado 6° e plano inclinado 20°) por meio de ANOVA – 1 fator e teste de Tukey; 2) entre antes e após cimentação, empregando-se teste *t* de Student realizado individualmente para cada combinação tipo de preparo (ombro 6°, ombro 20°, plano inclinado 6° e plano inclinado 20°) e cimento (Panavia F, RelyX U100 e fosfato de zinco); 3) entre os cimentos por meio dos testes de Kruskal-Wallis e Dann (este último quando necessário), realizados individualmente para cada tipo de preparo e 4) entre as doze combinações existentes empregando-se ANOVA – 1 fator e teste de Tukey.

Considerando-se a variável resistência à remoção por tração, foi realizada uma comparação entre as doze combinações tipo de preparo-cimento empregando-se ANOVA- 1 fator e teste de Scheffe.

O nível de significância foi estabelecido em 5%.

Resultados

5. RESULTADO

5.1 ADAPTAÇÃO MARGINAL

A Tabela contendo os valores originais, médias, desvios-padrão, coeficientes de variação de todos os grupos está apresentada no Apêndice (Tabelas A1 e A2).

1) Melhor tipo de preparo antes da cimentação

Para realizar esta comparação, foram empregados ANOVA – 1 fator (Tabela 4) e teste de Tukey, uma vez que os valores originais dos grupos envolvidos contemplaram os requisitos de normalidade e homogeneidade, necessários para a aplicação de testes paramétricos.

Tabela 4 - ANOVA – 1 Fator

Fonte de variação	SQ	GL	MQ	F	P
Entre grupos	57797,539	3	19265,846	14,392	0,000
Resíduo	155280,052	116	1338,621		
Variação total	213077,591	119			

A ANOVA – 1 fator indicou haver diferença significativa ($P < 0,001$) entre os tipos de preparo. Na Tabela 5, estão apresentadas as médias (μ), desvios-padrão e os grupamentos estatísticos apontados pelo teste de Tukey.

Tabela 5 - Médias de adaptação marginal (μm), desvios-padrão e grupamentos estatísticos

Ombro 6°	Ombro 20°	Plano inclinado 6°	Plano inclinado 20°
117,11 \pm 37,72 (A)	126,05 \pm 31,64 (A)	131,51 \pm 36,99 (A)	174,17 \pm 39,52 (B)

letras maiúsculas diferentes indicam diferença significante ($P < 0,05$)

De acordo com a Tabela 5, os preparos ombro 6° e 20° e plano inclinado 6° apresentaram médias de adaptação marginal estatisticamente semelhantes entre si e menores que o preparo plano inclinado 20°.

2) Comparação entre antes e após cimentação realizada para cada combinação tipo de preparo – cimento

Para a realização dessas comparações, uma vez que os dados envolvidos preencheram os requisitos para o emprego de testes paramétricos, foi empregado teste t de Student pareado individualmente para cada tipo de preparo e de cimento. As Tabelas de 6 a 17 mostram as médias, desvios-padrão e valores de P resultantes do teste t de Student realizado individualmente para cada tipo de preparo (ombro 6°, ombro 20°, plano inclinado 6° e plano inclinado 20°) e cimento (Panavia F, RelyX U100 e fosfato de zinco).

⇒ Ombro 6°- Panavia F

Tabela 6- Médias de adaptação marginal (μm), desvios-padrão e valor de p referente aos momentos antes e após a cimentação com Panavia F no preparo ombro 6°

Antes	após	P
109,66 \pm 31,38 (A)	158,97 \pm 38,87 (B)	0,0045

letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa

⇒ Ombro 6°- RelyX U100

Tabela 7- Médias de adaptação marginal (μm), desvios-padrão e valor de p referente aos momentos antes e após a cimentação com RelyX U100 no preparo ombro 6°

Antes	Após	P
128,45 \pm 47,93 (A)	146,77 \pm 48,20(B)	0,0014

letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa

⇒ Ombro 6°- Fosfato de zinco

Tabela 8- Médias de adaptação marginal (μm), desvios-padrão e valor de p referente aos momentos antes e após a cimentação com fosfato de zinco no preparo ombro 6°

Antes	após	P
113,24 \pm 32,90 (A)	141,86 \pm 46,02 (B)	0,0040

letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa

⇒ Ombro 20°- Panavia F

Tabela 9- Médias de adaptação marginal (μm), desvios-padrão e valor de p referente aos momentos antes e após a cimentação com Panavia F no preparo ombro 20°

Antes	após	P
126,92 \pm 23,76 (A)	166,05 \pm 37,91 (B)	0,0006

letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa

⇒ Ombro 20°- RelyX U100

Tabela 10- Médias de adaptação marginal (μm), desvios-padrão e valor de p referente aos momentos antes e após a cimentação com RelyX U100 no preparo ombro 20°

Antes	após	P
141,50 \pm 33,18 (A)	162,17 \pm 30,96 (B)	0,0093

letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa

⇒ Ombro 20°- Fosfato de zinco

Tabela 11- Médias de adaptação marginal (μm), desvios-padrão e valor de p referente aos momentos antes e após a cimentação com fosfato de zinco no preparo ombro 20°

Antes	após	P
109,74 \pm 31,60 (A)	127,82 \pm 41,89 (B)	0,0014

letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa

⇒ Plano inclinado 6°- Panavia F

Tabela 12- Médias de adaptação marginal (μm), desvios-padrão e valor de p referente aos momentos antes e após a cimentação com Panavia F no preparo plano inclinado 6°

Antes	após	P
127,93 \pm 35,09 (A)	197,06 \pm 62,05 (B)	0,0000

letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa

⇒ Plano inclinado 6°- RelyX U100

Tabela 13- Médias de adaptação marginal (μm), desvios-padrão e valor de p referente aos momentos antes e após a cimentação com RelyX U100 no preparo plano inclinado 6°

Antes	após	P
149,19 \pm 27,34 (A)	171,52 \pm 28,48 (B)	0,0101

letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa

⇒ Plano inclinado 6°- Fosfato de zinco

Tabela 14- Médias de adaptação marginal (μm), desvios-padrão e valor de p referente aos momentos antes e após a cimentação com fosfato de zinco no preparo plano inclinado 6°

Antes	Após	P
117,41 \pm 42,98 (A)	134,96 \pm 44,13 (B)	0,0000

letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa

⇒ Plano inclinado 20°- Panavia F

Tabela 15- Médias de adaptação marginal (μm), desvios-padrão e valor de p referente aos momentos antes e após a cimentação com Panavia F no preparo plano inclinado 20°

Antes	após	P
178,39 \pm 40,44 (A)	220,86 \pm 55,82 (B)	0,0000

letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa

⇒ Plano inclinado 20°- RelyX U100

Tabela 16- Médias de adaptação marginal (μm), desvios-padrão e valor de p referente aos momentos antes e após a cimentação com RelyX U100 no preparo plano inclinado 20°

Antes	após	P
162,46 \pm 44,12 (A)	176,12 \pm 42,63 (B)	0,0000

letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa

⇒ Plano inclinado 20°- Fosfato de zinco

Tabela 17- Médias de adaptação marginal (μm), desvios-padrão e valor de p referente aos momentos antes e após a cimentação com fosfato de zinco no preparo plano inclinado 20°

Antes	Após	P
181,65 \pm 34,87 (A)	195,26 \pm 36,83 (B)	0,0040

letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa

De acordo com as Tabelas de 6 a 17, os cimentos aumentaram a desadaptação das infraestruturas em todos os tipos de preparo.

3) Melhor cimento para cada tipo de preparo

Para a realização desta análise, foram utilizadas as diferenças de adaptação marginal (μm) entre antes e após a cimentação obtidas em cada tipo de preparo e para cada cimento. Uma vez que os dados originais envolvidos não preencheram os requisitos necessários para a aplicação de testes paramétricos, a comparação entre os três cimentos realizada individualmente para cada tipo de preparo foi realizada empregando-se os testes de Kruskal-Wallis e o de Mann-Whitney (este último quando necessário) (Tabelas de 18 a 25).

⇒ **Ombro 6°**

Tabela 18 - Teste de Kruskal-Wallis para ombro 6°

Valor de Kruskal-Wallis calculado (H): 3,7264

Valor de χ^2 para 2 graus de liberdade: 3,73

Probabilidade de H_0 para esse valor: 15,52%

Tabela 19 – Comparação dos postos médios e medianas (μm) para ombro 6°

Cimentos	Postos médios	Medianas
Panavia F	19,30 A	40,11
RelyX U100	11,70 A	17,04
Fosfato de zinco	15,50 A	20,19

P>0,05 - não-significante

⇒ Ombro 20°

Tabela 20 - Teste de Kruskal-Wallis para ombro 20°

Valor de Kruskal-Wallis calculado (H): 4,7449

Valor de χ^2 para 2 graus de liberdade: 4,74

Probabilidade de H_0 para esse valor: 9,33%

Tabela 21 – Comparação dos postos médios e medianas (μm) para ombro 20°

Cimentos	Postos médios	Medianas
Panavia F	20,45 A	35,09
RelyX U100	13,10 A	19,06
Fosfato de zinco	12,95 A	16,98

P>0,05 - não-significante

⇒ Plano inclinado 6°

Tabela 22 - Teste de Kruskal-Wallis para plano inclinado 6°

Valor de Kruskal-Wallis calculado (H): 12,3871

Valor de χ^2 para 2 graus de liberdade: 12,39

Probabilidade de H_0 para esse valor: 0,20%

Tabela 23 – Comparação dos postos médios e medianas (μm) para plano inclinado 6°

Cimentos	Postos médios	Medianas
Panavia F	23,45 B	74,57
RelyX U100	11,65 A	16,67
Fosfato de zinco	11,40 A	17,13

P<0,01 - significativa

⇒ Plano inclinado 20°

Tabela 24 - Teste de Kruskal-Wallis para plano inclinado 20°

Valor de Kruskal-Wallis calculado (H): 12,7587

Valor de χ^2 para 2 graus de liberdade: 12,76

Probabilidade de H_0 para esse valor: 0,17%

Tabela 25 – Comparação dos postos médios e medianas (μm) para plano inclinado 20°

Cimentos	Postos médios	Medianas
Panavia F	23,50 B	42,02
RelyX U100	10,80 A	14,32
Fosfato de zinco	12,20 A	16,53

$P < 0,01$ - significante

Como pode ser observado nas Tabelas de 18 a 21, no preparo em ombro, independentemente da expulsividade, os três cimentos avaliados promoveram valores de desadaptação (diferenças entre antes e após a cimentação) estatisticamente semelhantes entre si.

Em contrapartida, as Tabelas 22 a 25 indicam que, no preparo em plano inclinado, em ambas as expulsividades, o Panavia F promoveu desadaptação significativamente maior que os demais cimentos, os quais apresentaram desempenho estatisticamente semelhante em relação à adaptação marginal.

4) Melhor combinação tipo de preparo-cimento

Para esta análise, foi realizada uma comparação entre as doze combinações existentes empregando-se ANOVA – 1 fator (Tabela 26) e teste de Tukey, uma vez que os valores originais dos grupos envolvidos contemplaram os requisitos de normalidade e homogeneidade, necessários para a aplicação de testes paramétricos.

Tabela 26 - ANOVA – 1 Fator

Fonte de variação	SQ	GL	MQ	F	P
Entre grupos	83966,338	11	7633,303	3,982	0,0000
Resíduo	207016,191	108	1916,817		
Variação total	290982,529	119			

A ANOVA – 1 fator, apresentada na Tabela 26, indicou haver diferença significativa ($P < 0,001$) entre as doze combinações avaliadas no presente estudo. Na Tabela 27, estão apresentadas as médias (μ), desvios-padrão e os grupamentos estatísticos apontados pelo teste de Tukey.

Tabela 27 – Valores médios de adaptação marginal (μm) das combinações tipo de preparo-cimentos e grupamentos estatísticos

Ombro 20° - Fosfato de zinco	127,82	A
Plano inclinado 6° - Fosfato de zinco	134,96	AB
Ombro 6° - Fosfato de zinco	141,86	AB
Ombro 6° - RelyX U-100	146,76	AB
Ombro 6° - Panavia F	158,97	ABC
Ombro 20° - RelyX U-100	162,17	ABC
Ombro 20° - Panavia F	166,05	ABC
Plano inclinado 6° - RelyX U-100	171,51	ABC
Plano inclinado 20°- RelyX U-100	176,12	ABC
Plano inclinado 20°- Fosfato de zinco	195,26	BC
Plano inclinado 6° - Panavia F	197,06	BC
Plano inclinado 20° - Panavia F	220,86	C

letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa

De acordo com a Tabela 27, os melhores resultados das diferentes combinações de biomecânica de preparo/cimento foram apresentados por todos os Grupos que utilizaram o ombro como término cervical, pelo plano inclinado 6° com RelyX U100 e fosfato de zinco e pelo plano inclinado 20° com RelyX U100. Apenas o preparo em ombro 20° associado ao cimento de fosfato de zinco foi melhor que os preparos do tipo plano inclinado 6° com Panavia F e plano inclinado 20° com fosfato

de zinco e Panavia F, os quais foram estatisticamente iguais. A combinação plano inclinado 20°/Panavia F apresentou adaptação marginal significativamente menor que as combinações plano inclinado 6°/fosfato de zinco, ombro 6°/ fosfato de zinco e RelyX U100 e ombro 20° / fosfato de zinco.

5.2 RESISTÊNCIA À REMOÇÃO POR TRAÇÃO

A comparação entre as doze combinações tipo de preparo-cimento quanto à resistência à remoção por tração foi realizada empregando-se ANOVA- 1 fator (Tabela 28) e teste de Scheffe. Para tornar possível a aplicação dos testes paramétricos, os valores originais de resistência à remoção por tração (Tabela A3 do Apêndice) foram transformados em log 10 (Tabela A4 do Apêndice). Após constatação de que os dados transformados preencheram os requisitos para aplicação dos testes paramétricos, os testes citados foram realizados.

Tabela 28 - ANOVA – 1 Fator

Fonte de variação	SQ	GL	MQ	F	P
Entre grupos	1,088	11	,099	12,652	0,000
Resíduo	0,844	108	,008		
Variação total	1,932	119			

A ANOVA – 1 fator indicou haver diferença significativa ($P < 0,001$) entre as combinações testadas. Na Tabela 29, estão apresentadas as médias (MPa), desvios-padrão e os grupamentos estatísticos apontados pelo teste de Scheffe.

Tabela 29 - Médias de resistência à remoção por tração (MPa), desvios-padrão e agrupamentos estatísticos

Plano inclinado 20° Panavia F	15,08± 3,15	A
Plano inclinado 6° Panavia F	11,33± 2,66	AB
Ombro 6° Panavia F	10,90 ± 1,98	ABC
Ombro 20° Panavia F	10,16± 1,94	ABC
Plano inclinado 20° RelyX U100	9,99± 2,31	ABC
Ombro 6° RelyX U100	9,20± 1,67	BCD
Ombro 6° Fosfato de zinco	9,18± 2,10	BCD
Plano inclinado 6° Fosfato de zinco	8,53± 2,00	BCD
Ombro 20° RelyX U100	8,20± 1,46	BCD
Plano inclinado 6° RelyX U100	7,77± 1,54	BCD
Ombro 20° Fosfato de zinco	7,20± 1,77	CD
Plano inclinado 20° Fosfato de zinco	6,27± 2,16	D

letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa

De acordo com a Tabela 29, quando cada tipo de preparo foi comparado, não houve diferença estatística para os diferentes agentes cimentantes testado, exceto para o preparo plano inclinado 20°, que apresentou resultados superiores nos grupos cimentados com Panavia F e RelyX U100. Já quando todas as combinações foram comparadas, os melhores resultados foram apresentados por todos os tipos de preparo associados ao cimento Panavia F e pelo plano inclinado 20° associado ao cimento Rely X U100. Entretanto, apenas o Grupo plano inclinado 20°/Panavia F apresentou resultado superior aos Grupos em ombro e plano inclinado com a expulsividade de 6° associados aos cimentos RelyX U100 e fosfato de zinco e ombro 20° associado ao cimento RelyX U100, os quais apresentaram resultados estatisticamente iguais aos Grupos ombro 20° e Plano Inclinado 20° associado ao fosfato de zinco.

Discussão

6. DISCUSSÃO

A biomecânica do preparo é um fator de extrema importância na qualidade das restaurações fixas metalocerâmicas (1, 5, 10, 12, 15, 23, 27, 30, 31, 38). Este fator pode influenciar a adaptação marginal da infraestrutura metálica (5, 10, 13, 16, 31), a retenção da restauração com o preparo dentário (10, 28-30, 33) e o escoamento do agente de cimentação (5, 10, 25).

6.1 ADAPTAÇÃO MARGINAL

Este estudo avaliou os terminos cervicais do tipo topo a topo (ombro) e junta deslizante (plano inclinado 135°), que promovem uma margem de restauração com diferentes espessuras de metal. Esse fator pode influenciar o grau de alteração que os procedimentos laboratoriais, principalmente a cocção da porcelana, promovem sobre a infraestrutura metálica (15, 39). De acordo com a literatura, preparos que apresentam margens mais espessas, acima de 0,5mm, distorcem menos que preparos mais delgados ou biselados, que podem resultar em margens de até 0,1mm (5, 15, 23), as quais são mais sensíveis à deformação durante a fase laboratorial ou quando expostas a altas temperaturas (11, 15, 16).

Os ângulos internos do preparo dentário também alteram a adaptação marginal da restauração (1, 15). Neste estudo, os terminos cervicais avaliados apresentavam diferentes angulações internas: arredondada (ombro) e viva (plano inclinado 135°). Hobo & Shillingburg (3) observaram que os preparos com ângulos internos arredondados promovem melhor adaptação marginal que aqueles com

ângulos internos vivos. Isso também foi observado neste estudo, no qual os preparos com término cervical em ombro apresentaram resultados favoráveis, independentemente das expulsividades estudadas (6° e 20°).

Shillingburg et al. (39) verificaram melhor adaptação para o preparo com término cervical em ombro com ângulo interno arredondado quando este foi comparado ao chanfro, que, apesar de também possuir ângulos arredondados, apresenta espessura delgada na área de término cervical. Em outro estudo (14), o término em ombro arredondado também apresentou melhor adaptação marginal em relação ao ombro com ângulo interno reto.

O preparo com término cervical em plano inclinado 135° apresentou resultados compatíveis com o ombro (6° e 20°) somente para a expulsividade de 6°, tendo a de 20° apresentado a pior adaptação marginal. Mesmo esta combinação - plano inclinado 135°/expulsividade de 6° - sendo uma biomecânica de preparo mais retentiva e com ângulos internos vivos, ela requer um menor volume de cera para se atingir o correto perfil de emergência da restauração em relação à de 20°, o que possivelmente reduz as chances de distorção da infraestrutura durante o processo laboratorial de fundição da liga. A termoplasticidade da cera a torna muito sensível às alterações dimensionais no momento da inclusão do padrão da restauração no molde de revestimento, que apresenta reação exotérmica de presa (9).

Isso também explica os menores resultados apresentados pelo preparo com expulsividade de 20° e término cervical em plano inclinado 135°, o qual possui biomecânica que associa fatores desfavoráveis para a confecção da infraestrutura metálica, como o maior volume de cera, os ângulos internos vivos e a borda cervical fina (9, 11, 15, 16)

O material de cimentação selecionado exerce influência sobre a discrepância marginal das próteses fixas (5, 10, 18, 26, 32, 55). As propriedades físicas do cimento selecionado são fatores relevantes para se atingir um bom assentamento da peça protética (10). Este estudo analisou os cimentos resinosos Panavia F e RelyX U100 em comparação ao cimento de fosfato de zinco – S. S. White. Todos os tipos de preparo pioraram a adaptação das infraestruturas após a cimentação, independentemente do cimento testado. Isso já era esperado, uma vez que outros autores (5, 18) também observaram que a espessura de película do agente cimentante sempre aumenta a fenda marginal da restauração, em maior ou menor grau, dependendo da natureza do material (10, 26, 28, 56).

O problema da elevada espessura de película promovida pelos primeiros cimentos resinosos, como o Comspan e o Panavia EX (55, 56), foi contornado pelos fabricantes por meio da redução do tamanho das partículas e da adição de monômeros diluentes (57), possibilitando, com isso, a obtenção de cimentos com elevado conteúdo de carga e, ao mesmo tempo, com uma consistência adequada para a cimentação. Entretanto, o cimento Panavia F ainda se apresenta comercialmente como um material bastante viscoso (55), quando comparado a outros cimentos resinosos (58), cimentos ionoméricos (32, 55, 56) e ao fosfato de zinco (55).

Na avaliação individual de cada biomecânica de preparo em função dos diferentes agentes de cimentação, o término em ombro, independentemente da expulsividade das paredes axiais, apresentou valores de adaptação marginal estatisticamente semelhantes para os três cimentos estudados. Apesar da maior espessura de película apresentada pelo Panavia F em outros estudos (26, 32, 55, 56, 58), os preparos em ombro com ângulo interno arredondado, mesmo naquele

mais retentivo, favoreceram o escoamento do cimento (39). Já no término cervical em plano inclinado 135° , o Panavia F promoveu desadaptação significativamente maior que os demais cimentos, que apresentaram desempenho estatisticamente semelhante. Neste caso, por se tratar de um preparo com ângulos internos agudos, a maior viscosidade do Panavia F foi um fator relevante na adaptação da infraestrutura metálica. Esse mesmo comportamento não foi observado quando os cimentos RelyX U100 e fosfato de zinco, os quais possuem maior fluidez, foram utilizados.

Kious et al. (58), em 2009, avaliaram a espessura de película de diversos cimentos adesivos e observaram valores maiores para o Panavia 21 em relação ao RelyX Unicem.

Estudos também comprovam o bom escoamento do cimento de fosfato de zinco (26). Gavelis et al. (19), em 1971 compararam a adaptação marginal para os terminos em ombro com ângulo interno arredondado e plano inclinado 135° , ambos cimentados com esse cimento, e observaram que, independente da diferença de angulação interna, não houve diferença na discrepância marginal dos preparos. Tjan et al. (22), em 1985, analisaram a discrepância marginal dos preparos em ombro reto e plano inclinado 135° quando estes foram cimentados com fosfato de zinco e relatou igualdade estatística entre eles. Isso também foi observado em outro estudo (21), onde o ombro com ou sem bisel apresentou resultados semelhantes de adaptação quando associado ao cimento em questão.

Quando todas as combinações (preparo/cimento) foram testadas, os grupos com término em ombro e as associações plano inclinado 6° com RelyX U100 e fosfato de zinco e plano inclinado 20° com RelyX U100 apresentaram os melhores resultados. No entanto, apenas o preparo em ombro 20° associado ao

cimento de fosfato de zinco apresentou vantagens em relação aos preparos do tipo plano inclinado 6° com Panavia F e plano inclinado 20° com fosfato de zinco e Panavia F, os quais foram estatisticamente iguais. A superioridade do preparo topo a topo (ombro) em relação à discrepância marginal pode ser explicada pelo fato deste tipo de terminação reunir características positivas tanto em relação à adaptação (13, 35, 39), como estabilidade dimensional da infraestrutura metálica durante a técnica laboratorial (5) e na aplicação da porcelana (15); quanto ao escoamento do cimento (5), por possuir ângulos internos arredondados (39). Esses fatores são ainda otimizados quando um cimento com alta fluidez e baixa espessura de película, como o fosfato de zinco, é utilizado (58).

Já os preparos em juntas deslizantes (plano inclinado 135°), por apresentarem fina espessura de cera no término cervical, favorecem uma maior discrepância marginal (3, 5). Além disso, independentemente da sua expulsividade, por apresentarem ângulos internos agudos, promovem menor escoamento do agente de cimentação (10, 39).

Observou-se, ainda, que a combinação plano inclinado 20°/Panavia F apresentou adaptação marginal significativamente menor que as combinações plano inclinado 6°/fosfato de zinco e ombro 6°/ fosfato de zinco e RelyX U100. Isso provavelmente se deve ao fato de a menor adaptação, promovida pelo preparo do tipo plano inclinado, ser agravada quando este aumenta a sua expulsividade para 20°. O grande volume de cera no corpo da infraestrutura contrasta com as bordas finas do enceramento do término cervical. Esse antagonismo provavelmente potencializou os efeitos das alterações dimensionais sofridas durante os procedimentos técnicos para a confecção da infraestrutura metálica (9). A associação desses fatores a um cimento de alta viscosidade, como é o caso do

Panavia F (32, 55, 56, 58), pode ter favorecido ainda mais o aumento da desadaptação da restauração.

6.2. RESISTÊNCIA À REMOÇÃO POR TRAÇÃO

A comparação entre cada tipo de biomecânica de preparo testada não demonstrou diferença estatística para os agentes cimentantes avaliados, exceto para o preparo do tipo plano inclinado 20°, que apresentou resultados superiores nos grupos cimentados com Panavia F e RelyX U100. Isso pode ser explicado devido à maior alteração dimensional sofrida por essa configuração de preparo durante as fases laboratoriais (9, 15), que é promovida por motivos já citados anteriormente. Assim, mesmo sendo um preparo mais expulsivo, a presença de distorção associada à técnica sem alívio utilizada para a obtenção da infraestrutura metálica, provavelmente promoveu maior retenção friccional entre esta e o troquel esquemático que simulou o preparo dentário. Grajower et al., (9) em 1983, em estudo que avaliou a importância do alívio em preparos com diferentes expulsividades e terminos cervicais, observaram que um alívio mínimo de 20 µm é necessário para compensar as distorções do modelo e padrão de cera para fundição. Esse fato foi ainda potencializado quando essa retenção associou-se a cimentos mecanicamente melhores.

Os cimentos resinosos apresentam vantagens em relação aos cimentos de outra natureza (26, 29, 44, 55, 56) quanto às propriedades mecânicas (34, 45, 54) como resistência à compressão (55), dureza (55), e resistência à tração diametral (55); além de maior união às estruturas dentais (45) e menor solubilidade em meio bucal (50).

Alguns cimentos resinosos apresentam, ainda, em sua composição, o éster orgânico MDP (10-metacrilóiloxidecil dihidrogênio fosfato), que é uma substância capaz de se ligar quimicamente à camada de óxidos presente nas superfícies metálicas (46, 47, 59) por meio de ligações covalentes (48). O Panavia F é um desses cimentos e, por isso, tem melhores propriedades de união ao substrato em níquel-cromo que os que não possuem componentes adesivos (59). Estes, apesar de apresentarem propriedades de resistência superiores às do cimento de fosfato de zinco (55), possuem mecanismo semelhante de retenção exclusivamente mecânica com as superfícies metálicas.

Quando todos os grupos testados foram comparados, o cimento Panavia F apresentou os melhores resultados, independentemente da biomecânica de preparo, juntamente com o plano inclinado 20° associado ao cimento Rely X U100. Isso provavelmente se deve às melhores propriedades mecânicas (55) e adesivas (48, 59) desse cimento favorecendo o aumento da força de retenção (29, 32, 48, 54). Ayad et al. (33), em 2009, avaliaram a resistência de coroas totais metálicas em NiCrBe com vários agentes de cimentação (fosfato de zinco –Fleck's, ionômero de vidro – Ketac-Cem e cimentos resinosos – Panavia 21 e C&B-Metabond) e encontraram as melhores médias de resultado para o cimento Panavia 21.

A elevada resistência à tração promovida pela combinação plano inclinado 20°/RelyX U100 pode ser explicada pela maior resistência friccional neste tipo de preparo, além da resistência mecânica desse cimento resinoso ser melhor que a do fosfato de zinco (55).

A presença do MDP apenas no Panavia F justifica os valores médios e baixos promovidos pelo cimento RelyX U100 em alguns grupos experimentais desta pesquisa. El-Sherif et al. (60), em 1991, também observaram maiores valores de

resistência para o Panavia Ex em relação aos cimentos não adesivos quando analisaram a retenção de retentores de próteses adesivas em função de diferentes tratamentos superficiais. Em 1990, Atta et al.(61) estudaram, por meio de ensaio de tração de discos metálicos, a resistência da união entre liga de NiCr e cimentos resinosos e verificaram que o Panavia Ex apresentou valores de resistência superiores em relação aos demais materiais avaliados.

As melhores propriedades do cimento Panavia F e a melhor retenção promovida pelo término em junta deslizante com maior expulsividade também justificam o resultado em que apenas o Grupo plano inclinado 20° associado a esse cimento apresentou médias de resultado superiores aos Grupos ombro e plano inclinado com a expulsividade de 6° associados aos cimentos RelyX U100 e fosfato de zinco e ao Grupo ombro 20° associado ao cimento RelyX U100. Estes últimos apresentaram resultados semelhantes aos dos Grupos ombro 20° e Plano Inclinado 20° associados ao Fosfato de Zinco, os quais obtiveram as menores médias de resistência à tração.

Os valores apresentados pelos grupos cimentados com fosfato de zinco estão relacionados à sua composição cerâmica que o torna friável e pouco resistente às forças de tração (26, 55, 56) estabelecendo com as restaurações apenas retenção por imbricação mecânica, favorecida pelo jateamento.

Além das vantagens dos cimentos resinosos, uma das limitações que não deve deixar de ser citada em relação aos cimentos de dupla ativação é a sua relativa dependência da ativação fotoquímica para alcançar elevados graus de polimerização. Estudos encontrados na literatura (52-54) revelam que a supressão ou a redução da intensidade de luz, clinicamente representadas pela presença de um material restaurador metálico, resinoso ou cerâmico, resultam em menores graus

de conversão daqueles cimentos, indicando que somente a ativação química pode não ser suficiente para promover uma polimerização de intensidade semelhante àquela obtida quando da fotoativação.

Adicionalmente, devemos nos lembrar da presença de umidade na cavidade bucal – responsável pelo processo de degradação hidrolítica dos materiais resinosos, o qual enfraquece não apenas as ligações entre as partículas e a matriz resinosa, mas também entre o cimento e as superfícies das restaurações – além da existência das variações de temperatura e da atuação de forças mastigatórias, podendo, todas elas, influenciar a retenção das restaurações (51). Diante dos fatos apresentados, é importante ressaltar que, apesar dos resultados encontrados neste estudo, trata-se de pesquisa laboratorial, a qual não consegue avaliar todas as variáveis presentes em uma situação real. Sendo assim, novas pesquisas in vitro e in vivo devem ser realizadas, abordando as mais diversas propriedades, com o objetivo de se obter parâmetros mais seguros para a utilização desses materiais na prática clínica.

Conclusão

7. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos pode-se concluir que:

1. Antes da cimentação, os preparos em ombro, independente da expulsividade das paredes axiais, e plano inclinado 6° promoveram melhor adaptação marginal da infraestrutura metálica.
2. A cimentação aumentou a discrepância marginal para todos os tipos de preparo analisados.
3. Nos preparos em ombro, os cimentos testados não apresentaram diferença entre si em relação à adaptação marginal. Já nos preparos do tipo plano inclinado, os cimentos RelyX U100 e fosfato de zinco promoveram melhor adaptação da infraestrutura metálica em relação ao Panavia F.
4. Após a cimentação, todos os preparos em ombro, independente da expulsividade e do cimento utilizado, plano inclinado/RelyX U100 e plano inclinado 6°/fosfato de zinco apresentaram os melhores valores de discrepância marginal. Apenas a combinação ombro 20°/fosfato de zinco promoveu melhor adaptação que as demais combinações avaliadas.
5. Para cada biomecânica de preparo testada, a variação do cimento não alterou a resistência à remoção por tração; exceto para o preparo plano inclinado 20°.

6. Na resistência à remoção por tração, as infraestruturas cimentadas com Panavia F e a combinação Plano Inclinado 20º/RelyX U100 apresentaram os maiores valores. Entretanto, apenas a associação plano inclinado 20º/Panavia foi significativamente melhor que as demais combinações avaliadas.

Referências

8. REFERÊNCIAS *

1. Goodacre CJ, Campagni WV, Aquilino SA. Tooth preparations for complete crowns: An art form based on scientific principles. *J Prosthet Dent.* 2001 Apr; 85(4):363-75.
2. Özcan M, Niedermeier W. Clinical study on the reasons for and location of failures of metal-ceramic restorations and survival of repairs. *Int. J. Prosthodont.* 2002 May/Jun; 15(3):299-302.
3. Hobo S, Shillingburg HT. Porcelain fused to metal: tooth preparation and coping design. *J Prosthet Dent.* 1973 Jul; 48(4): 28-36.
4. Maynard JG, Wilson, RDK. Physiologic dimensions of the periodontium significant to restorative dentist. *J. Periodontol* 1979 Apr; 50(4):170-74.
5. Gardner FM. Margins of complete crows – literature review. *J Prosthet Dent.* 1982 Oct; 48(4):396-400.
6. Hunter AJ, Hunter AR. Gingival crown margin configurations: a review and discussion. Part I: terminology and widths. *J Prosthet Dent.* 1990 Nov; 64(5):548-52.

* De acordo com estilo Vancouver disponível no site:
http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

7. Felton DA, Kanoy MA, Bayne SC, Wirthman BS. Effect of *in vivo* crow margin discrepancies on periodontal health. J Prosthet Dent. 1991 Mar; 65(3): 107-11.
8. Kosifaky P, Martin MPP, Strub JR. Relationship between crowns and the periodontium: a literature update. Quintessence Int. 2010 Feb; 41(2): 109-26.
9. Grajower R, Lewinstein IA. A mathematical treatise on the fit of crown castings. J. Prosthet. Dent. 1983 May; 49(5):663-73.
10. Ostlund LE. Cavity design and mathematics: their effect on gaps at the margins of cast restorations. Oper Dent. 1985 Oct; 10(4):122-37.
11. Wanserski DJ, Sobczak KP, Monaco JG, MaCgivney GP. An analysis of margin adaptation of all-porcelain facial margin ceramometal crowns. J Prosthet Dent. 1986 Sep; 56(3):289-92.
12. Lopes MB, Simonides C, Sinhoreti MAC, Sobrinho LC. Influence of recasting palladium silver alloy on the fit of crowns with different marginal configurations. J Prosthet Dent. 2005 Nov; 94(5):430-34.
13. Shiratsuchi H, Komine F, Kakehashi Y, Matsumura H. Influence of finish line design on marginal adaptation on electroformed metal-ceramic crowns. J. Prosthet. Dent. 2006 Mar; 95(3):237-42.

14. Komine F, Shiratsuchi H, Kakehashi Y, Matsumura H. Influence of porcelain-firing procedures on the marginal distortion of electroformed metal-ceramic restorations. *Quintessence Int.* 2007 Nov/Dec; 38(10): 583-8.
15. Almeida JGSP, Guedes CG, Fonseca RG, Abi-Raches FO. Influência do ciclo de sinterização na adaptação marginal de infraestruturas de NiCrTi em função da biomecânica do preparo. *Rev Odontol UNESP.* 2010 Jul/Ago; 39(4): 219-25.
16. Cogolludo, PG, Suárez MJ, Peláez J, Lozano JFL. Influence of melting and casting methods and finish line design on the marginal discrepancy of nickel-chromium-titanium alloy crowns. *Int J Prosthodont.* 2010 Sep-Oct; 23(5): 443-45.
17. Fusayama T, Ide K, Hosada H. Relief of resistance of cement of full cast crowns. *J Prosthet Dent.* 1964 Jan/Feb; 14(1):95-106.
18. MaClean JW, Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by *in vivo* technique. *Br. Dent. London* 1971 Aug; 131(3):107-11.
19. Gavelis JR, Morency JD, Riley ED, Sozio RB. The effect of various finish line preparations on the marginal seal and occlusal seat of full crown preparations. *J Prosthet Dent.* 1981 Feb; 45(2):138-45.
20. Choung CK, Garlapo DA, Brown MH, Soerensen SE. Procedure for simplified collarless metal-ceramic restorations using gold powder. *J Prosthet. Dent.* 1982 Apr; 47(4): 449-53.

21. Pascoe DF. An evaluation of the marginal adaptation of extracoronal restorations during cementation. *J Prosthet Dent.* 1983 May; 49(5):657-62.
22. Tjan AHL, Miller GD, Sarkissian R. Internal scape channel to improve the seating of full crowns with various marginal configurations: a follow-up study. *J Prosthet Dent.* 1985 Jun; 53(6):759-62.
23. Hunter AJ, Hunter AR. Gingival margin for crowns: a review and discussion. Part II: discrepancies and configurations. *J Prosthet Dent.* 1990 Dec; 64(6):636-42.
24. Figueiredo AR, Bottino MA, Rocha CAJ. Discrepâncias de assentamento ocorridas em coroas totais metálicas, com e sem alívio, variando-se os terminos cervicais e os agentes cimentantes. *Rev Odontol UNESP.* 1998 Jan/Dez; 27(2): 567-81.
25. Rocha CAJ, Figueiredo AR, Bottino MA. Análise das discrepâncias verticais verificadas em coroas metálicas cimentadas, em função do tipo de acabamento cervical dos preparos, alívio interno e cimentos empregados. *Rev. Fac. Odontol. São José dos Campos.* 1998 Jul/Dez; 1(1-2): 35-46.
26. Tuntiprawon M. Effect of tooth roughness on marginal seating and retention of complete metal crowns. *J Prosthet Dent.* 1999 Feb; 81(2):142-7.

27. Matuda FS, Figueiredo AR, Castro Filho AA, Macedo NL. Influência da expulsividade das paredes axiais na adaptação de coroas totais metálicas ante diferentes términos cervicais. Rev. Odontol. UNESP. 2000 Jan-Dez; 29(1-2):95-204.
28. Piemjai M. Effect of seating force, margin design, and cement on marginal seal and retention of complete metal crowns. Int J Prosthodont. 2001 Sep-Oct; 14(5):412-16.
29. Zidan O, Ferguson GC. The retention of complete crowns prepared with three different tapers and luted with four different cements. J Prosthet Dent. 2003 Jun; 89(6):565-71.
30. Chan DCN, Wilson JRP, Barbe RJ, Cronin JRC, Chung K. Effect of preparation convergence on retention and seating discrepancy of complete veneer crown. J Oral Rehabil. 2004 Apr; 16(4): 363-75.
31. Wöstmann B, Blößer, Gouentenoudis M, Balkenhol M, Ferger P. Influence of margin design on the fit of high-precious alloy restorations in patients. J Dent. 2005 Aug; 33(7):611-18.
32. Olivera AB, Saito T. The effect of die spacer on retention and fitting of complete cast crowns. J. Prosthodont. 2006 Jul/Aug; 15(4):243-49.

33. Ayad MF, Johnston WM, Rosenstiel SF. Influence of tooth preparation taper and cement type on recementation strength of complete metal crowns. *J Prosthet Dent.* 2009 Dec; 102(6): 354-61.
34. Johnson GH, Lepe X, Zhang H, Watanaba JC. Retention of metal-ceramic crowns with contemporary dental cements. *J Am Dent Assoc.* 2009 Sep;140(9): 1125-36.
35. Sozio RB. The marginal aspect of the ceramo-metal restoration: the collarless ceramo-metal restoration. *Dent Clin North Am.* 1977 Oct; 21(4):787-801.
36. Inoue RT, Zanetti AL, Feltrin PP, Farias FAR. Nova técnica de referência para preparos dentais denominada Inoue e Zanetti. *Revista da APCD.* 2001 Nov/Dez; 55(6):431-36.
37. Cameron SM, Morris WJ, Keesee SM, Barsky TB, Parker MH. The effect of preparation taper on the retention of cemented cast crowns under lateral fatigue loading. *J Prosthet Dent.* 2006 Jun; 95(6): 456-61.
38. Bowley JF, Kieser J. Axial-wall inclination angle and vertical height interactions in molar full crown preparations. *J Dent.* 2007 Feb; 35(2):117-123.
39. Shillingburg HT, Hobo S, Fisher DW. Preparation design and margin distortion in porcelain-fused-to-metal restorations. *J Prosthet Dent.* 1973 Mar; 29(3):276-84.

40. Rosner D. Function, placement and reproduction of bevels for gold castings. J Prosthet Dent. 1963 Nov/Dec; 13(6):1160-66.
41. Chistensen GJ. Marginal fit of gold inlay castings. J Prosthet Dent. 1966 Mar; 16(2): 297-305.
42. Uy JN, Lian JNC, Nicholls JI, Tan KBC. Load-fatigue performance of gold crowns luted with resin cements. J Prosthet Dent. 2006 Apr; 95(4): 315-22.
43. Diaz-Arnold AM, Vargas MA, Haselton DR. Current status of luting agents for fixed prosthodontics. J Prosthet Dent. 1999 Feb; 81(2):135-41.
44. Platt J A. Resin Cements: Into the 21st century. Compend Contin Educ Dent. 1999 Dec; 20(12):1173-84.
45. Gorodovsky S, Zidan O. Retentive strength, disintegration, and marginal quality of luting cements. J Prosthet Dent. 1992 Aug; 68(2):269-74.
46. Tanaka T, Nagata K, Takeyama M, Atsuta M, Nakabayashi N, Masuhara E. 4-META opaque resin - a new resin strongly adhesive to nickel-chromium alloy. J Dent Res. 1981 Sep; 60(9):1697-706.
47. Omura I, Yamauchi J, Harada I, Wada T. Adhesive and mechanical properties of new dental adhesive. J Dent Res. 1984 Dec; 63(Sp Iss):233 (Abstract 561).

48. Rubo JH, Pegoraro LF. Tensile bond strength of a composite resin cement for bonded prosthesis to various dental alloys. *J. Prosthet. Dent.* 1995 Sep; 74(3):230-4.
49. Abreu A, Loza MA, Elias A, Mukhopadhaya S, Rueggeberg FA. Effect of metal type and surface treatment on in vitro tensile strength of copings cemented to minimally retentive preparations. *J Prosthet Dent.* 2007 Sep; 98(3): 199-207.
50. Yoshida K, Tanagawa M, Atsuta M. In vitro solubility of three types of resin and conventional luting cements. *J Oral Rehabil.* 1998 Apr; 25(4):285-91.
51. Diaz-Arnold AM, Williams VD, Aquilino SA. Tensile strength of three luting agents for adhesive fixed partial dentures. *Int J Prosthodont.* 1989 Mar/Apr; 2(2):115-22.
52. Breeding LC, Dixon DL, Caughman WF. The curing potential of light-activated composite resin luting agents. *J Prosthet Dent.* 1991Apr; 65(4):512-18.
53. Hasegawa EA, Boyer DB, Chan DC. Hardening of dual-cured cements under composite resin inlays. *J Prosthet Dent.* 1991 Aug; 66(2):187-92.
54. Fonseca RG, Cruz CAS, Adabo GL, Vaz LG. Comparison of tensile bond strengths of cast metal crowns luted with resin cements. *J Oral Rehabil.* 2004 Nov; 31(11):1080-84.

55. White SN, YU Z. Physical properties of fixed prosthodontic, resin composite luting agents. *Int J Prosthodont*. 1993 Apr; 6(4):384-89.
56. White SN, Kipnis V. Effect of adhesive luting agents on the marginal seating of cast restorations. *J Prosthet Dent*. 1993 Jan; 69(1):28-31.
57. Mc Comb, D. Adhesive luting cements – Classes, criteria and usage. *Compend Cotin Educ Dent*. 1996 Aug; 17(8):759-64.
58. Kious AR, Roberts HW, Brackett WW. Film Thicknesses of recently introduced luting cements. *J Prosthet Dent*. 2009 Mar; 101(3): 189-92.
59. Watanabe F, Powers JM, Lorey RE. In vitro bonding of prosthodontic adhesives to dental alloys. *J Dent Res*. 1988 Feb; 67(2):479-83.
60. El-sherif MH, El-messery A, Halhoul MN. The effects of alloy surface treatments and resins on the retention of resin-bonded retainers. *J Prosthet Dent* 1991 Jun; 65(6):782-6.
61. Atta MO, Smith BGN, Brown D. Bond strengths of three chemical adhesive cements adhered to a nickelchromium alloy for direct bonded retainers. *J Prosthet Dent*. 1990 Feb; 63(2):137-43.