

OSCAR LUIZ MOSELE JUNIOR

**MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL E ANÁLISE DA SUPERFÍCIE DE
CIMENTOS ODONTOLÓGICOS EMPREGADOS EM PRÓTESE FIXA**

Campo Grande

2010

OSCAR LUIZ MOSELE JUNIOR

**MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL E ANÁLISE DA SUPERFÍCIE DE
CIMENTOS ODONTOLÓGICOS EMPREGADOS EM PRÓTESE FIXA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, para obtenção de Título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Zárate

Campo Grande

2010

FOLHA DE APROVAÇÃO

OSCAR LUIZ MOSELE JUNIOR

**MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL E ANÁLISE DA SUPERFÍCIE DE CIMENTOS
ODONTOLÓGICOS EMPREGADOS EM PRÓTESE FIXA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, para obtenção de Título de Mestre.

Resultado: _____

Campo Grande (MS), _____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. _____

Instituição _____

Prof. Dr. _____

Instituição _____

Prof. Dr. _____

Instituição _____

DEDICATÓRIA

- À meus Pais, **Oscar e Joice**, pela postura, pelos ensinamentos e apoio incondicional em todos os momentos de minha vida.

AGRADECIMENTOS

- À **Deus** que nos guiou em suas mãos e nos deu sabedoria para que pudéssemos ultrapassar todas as dificuldades;
- À minha companheira de jornada, **Gláucia**, essencial no dia a dia e paciente nos momentos de maior dificuldade e ausência;
- À minha irmã, **Ariana**, sempre presente nos momentos de dificuldade;
- À **Prof. Dra. Margareth Coutinho**, do laboratório de pesquisa da Faodo;
- Às funcionárias, **Dalva, Ana e Rose**, pelo valioso apoio;
- À técnica de laboratório de prótese, **Eliane**, pela atenção na confecção dos espécimes;
- Ao aluno de graduação, **Erick**, pelo auxílio no corte dos espécimes;
- Aos técnicos do MEV, **Júlio e Luiz**;
- Aos colegas da **UNIDERP-ANHANGUERA**, que sempre me apoiaram nessa nova jornada de estudos;
- Aos colegas de mestrado, que juntos vivenciamos momentos especiais;
- À **Universidade Federal do Mato Grosso do Sul**, que me abriu as portas para a pós-graduação Strictu-sensu;
- Por fim, ao meu orientador, **Prof. Dr. Paulo Zárate Pereira**, pela inteligência, pela paciência, pelos ensinamentos transmitidos, pela ética e comportamento ímpar durante todo o período de convívio, e pela dedicação que empenha na função de PROFESSOR. Meu professor, **MUITO OBRIGADO!!!!**

“Não se pode ensinar tudo a alguém, pode-se apenas ajudá-lo a encontrar por si mesmo.”

Galileu Galilei

RESUMO

Mosele Jr OL. Microinfiltração marginal e análise da superfície de cimentos odontológicos empregados em prótese fixa. Campo Grande; 2010. [Dissertação - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul].

Um dos principais objetivos do cimento, que fixa uma prótese ao dente, é o selamento da fenda ou interface entre os mesmos. Uma eventual falha neste pode culminar com o fenômeno da microinfiltração. Este trabalho avaliou, *in vitro*, a microinfiltração em prótese fixa unitária cimentada com três tipos de materiais: fosfato de zinco, cimento ionomérico modificado por resina, e cimento resinoso auto-adesivo. A amostra foi constituída de 115 dentes. Sobre estes foram cimentadas coroas metalocerâmicas e coroas metal-*free*. Foi realizada a ciclagem térmica (700 ciclos, com variação de 5 a 55°C); os espécimes foram corados com fucsina básica 0,5%. Foram aplicados os testes de ANOVA e Kruskal-Wallis, com nível de significância de 5%. Para a análise da superfície foi realizada a Microscopia Eletrônica de Varredura. Os resultados mostraram diferença significativa ($p < 0,001$) nas cimentações das coroas metalocerâmicas. Não houve diferença significativa ($p = 0,456$) entre o CIV modificado por resina e o cimento resinoso na cimentação das coroas metal-*free*. A superfície do cimento resinoso apresentou-se mais homogênea com ausência de trincas quando comparados com os outros cimentos. Concluiu-se que o CIV modificado por resina e o cimento resinoso são similares quanto ao grau de microinfiltração, e ambos, significativamente melhor que o cimento de fosfato de zinco.

Palavras-chave: cimentos dentários, infiltração dentária, materiais dentários

ABSTRACT

Mosele Jr OL. Microleakage and surface analysis of dental cements used in fixed prosthesis. Campo Grande; 2010. [Thesis – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul].

A major goal of the cement fixing a prosthesis to the tooth, is to seal the gap or interface between them. A failure in this may lead to the phenomenon of microleakage. This study evaluated in vitro microleakage in unit fixed prostheses cemented with three types of cements: zinc phosphate, the resin modified glass ionomer cement, resin cement self-adhesive. For this, were prepared in a standardized way 115 teeth. On these were cemented metal ceramic crown and metal-free crowns. For the aging was used the technique of thermal cycling (range, 5 to 55°C), and before being cut in the mesio-distal, they were stained with basic fuccin (0.5%). The results showed that the resin cement and the resin modified glass ionomer cement obtained similar results in both situations (metaloceramic crowns and metal-free), and when they were compared to zinc phosphate cement, the results were significantly better. It was concluded that: the resin cement and glass ionomer cement promoted better sealing of the tooth-prosthesis interface in both cases tested.

Key-words: dental cements, dental leakage, dental materials

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Média $\pm$ desvio-padrão dos escores de microinfiltração, de acordo com os tipos de próteses e cimentos utilizados. (n=100).....	49
Tabela 2 – Mediana dos escores de microinfiltração de acordo com o tipos de prótese e cimentos utilizados. (n=100).....	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Delineamento do estudo.....	38
Figura 2 – Divisão dos grupos de acordo com o material utilizado para confecção das coroas e cimentos empregados para cimentação dos espécimes.....	39
Figura 3 – Pré-molar fixado em gesso especial tipo IV, pronto para o preparo protético.....	39
Figura 4 – Dente preparado pronto para receber os procedimentos de moldagem: (a) vista mesial e (b) vista vestibular.....	40
Figura 5 – Coroas metalocerâmicas adaptadas sobre os dentes, previamente à cimentação: (a) vista mesial e (b) vista vestibular.....	41
Figura 6 – Coroas metal-free adaptadas sobre os dentes previamente a cimentação: (a) vista vestibular e (b) vista mesial.....	41
Figura 7 – Cimentos utilizados para cimentação das coroas totais.....	43
Figura 8 – Raízes impermeabilizadas com esmalte para unhas.....	44
Figura 9 – Dentes cortados, mantendo uma base plana para inserção dos mesmos em placa acrílica.....	45
Figura 10 – Dente preso em placa acrílica para corte mesio-distal.....	45
Figura 11 – Máquina Isomet 1000 (Buehler Ltda., EUA): (a) vista panorâmica; (b) coroa posicionada para o corte.....	45
Figura 12 – Porção vestibular do dente cortado.....	46
Figura 13 – Escores para a avaliação de microinfiltração dos espécimes.....	46
Figura 14 – Espécime sem microinfiltração.....	47
Figura 15 – Espécime com microinfiltração grau 1.....	47
Figura 16 - Espécime com microinfiltração grau 2.....	47

Figura17 – Espécime com microinfiltração grau 3.....	47
Figura 18 – Espécime com microinfiltração grau 4.....	47
Figura 19 – Espécimes posicionados para receber o banho de ouro.....	48
Figura 20 – Espécimes após o banho de ouro.....	48
Figura 21 - Média $\pm$ DP de microinfiltração dos cimentos utilizados na cimentação das coroas metalocerâmicas. *Diferença significativa em relação aos grupos tratados com cimento ionomérico modificado por resina (RelyX Luting2, 3M) e cimento resinoso (RelyX U100, 3M) (Teste de ANOVA de uma via, $p<0,001$, pós-teste de Tukey).....	50
Figura 22 – Média $\pm$ DP de microinfiltração dos cimentos utilizados na cimentação das coroas metal-free (RelyX Luting2 e RelyX U100) (Teste <i>t student</i> , $p>0,05$).....	50
Figura 23 – Distribuição dos escores de microinfiltração dos cimentos utilizados na cimentação das próteses metalocerâmicas. *Diferença significativa em relação aos grupos tratados com cimento ionomérico modificado por resina (RelyX Luting2, 3M) e cimento resinoso (RelyX U100, 3M) (Teste de Kruskal-Wallis, $p<0,001$, pós-teste de Dunn, $p<0,05$).....	51
Figura 24 - Distribuição dos escores de microinfiltração dos cimentos utilizados na cimentação das próteses metal-free (RelyX Luting2, 3M e cimento resinoso RelyX U100, 3M) (Teste de Kruskal-Wallis, $p<0,001$, pós-teste de Dunn, $p<0,05$).....	52
Figura 25 – Eletromicrografia do fosfato de zinco utilizado na cimentação de coroa metalocerâmica (aumento de 250x). A seta indica a presença de uma fenda na interface dente-cimento. Observar a presença de poros no centro da imagem e trincas distribuídas em diversos espaços.....	53
Figura 26 – Eletromicrografia do fosfato de zinco utilizado na cimentação de coroa metalocerâmica (aumento de 3.000x). A seta mostra uma microtrinca. A área demarcada evidencia os cristais do cimento.....	53

Figura 27 – Eletromicrografia do cimento de ionômero de vidro modificado por resina utilizado na cimentação de coroa metalocerâmica (aumento de 250 vezes). As setas indicam a presença de fendas nas interfaces dente/cimento e cimento/coróa.....	53
Figura 28 – Eletromicrografia do cimento de ionômero de vidro modificado por resina utilizado na cimentação de coroa metalocerâmica (aumento de 3.000 vezes).....	53
Figura 29 – Eletromicrografia do cimento de ionômero de vidro modificado por resina utilizado na cimentação de coroa <i>meta-free</i> (aumento de 250 vezes).....	54
Figura 30 – Eletromicrografia do cimento de ionômero de vidro modificado por resina utilizado na cimentação de coroa <i>metal-free</i> (aumento de 3.000 vezes).....	54
Figura 31 – Eletromicrografia do cimento resinoso empregado na cimentação de coroa metalocerâmica (aumento de 250 vezes).....	55
Figura 32 – Eletromicrografia do cimento resinoso empregado na cimentação de coroa metalocerâmica (aumento de 3.000 vezes).....	55
Figura 33 – Eletromicrografia do cimento resinoso empregado na cimentação de coroa <i>metal-free</i> (aumento de 250 vezes).....	55
Figura 34 – Eletromicrografia do cimento resinoso empregado na cimentação de coroa <i>metal-free</i> (aumento de 3.000 vezes).....	55

LISTA DE ABREVIATURAS

MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
ADA	American Dental Association
CAD/CAM	Computer aided designed/ Computer aided Manufactured
EUA	Estados Unidos da América
PVC	Polivinilcloro

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
MPa	Mega Pascal
μm	Micrômetro
°C	Grau Celsius
Kgf	Kilograma Força
mm	Milímetros
N	Newtons
Kg	Kilograma
nº	Número
™	Trade Mark

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 Cimentos odontológicos.....	19
2.2 Microinfiltração dos cimentos odontológicos.....	22
2.3 Análise das superfícies dos cimentos.....	32
3 OBJETIVOS.....	36
4 METODOLOGIA.....	37
4.1 Aspectos éticos.....	37
4.2 Delineamento do estudo.....	37
4.3 Preparo dos corpos de prova.....	37
4.4 Preparo dos dentes.....	40
4.5 Moldagens e obtenção dos troquéis.....	40
4.6 Confeção e adaptação das coroas totais.....	41
4.7 Cimentação das coroas.....	42
4.8 Ciclagem térmica.....	42
4.9 Análise da microinfiltração marginal.....	44
4.10 Avaliação da estrutura dos cimentos em MEV.....	47
4.11 Análise estatística.....	48
5 RESULTADOS.....	49
5.1 Análise de microinfiltração.....	49
5.2 Análise da superfície.....	52

6 DISCUSSÃO.....	57
7 CONCLUSÕES.....	63
REFERÊNCIAS.....	64
APÊNDICES	70
ANEXOS.....	71

1 INTRODUÇÃO

Os efeitos terapêuticos e longevidade das próteses fixas são o resultado de uma série de fatores, porém, são de importância primordial a retenção, que define a correta e permanente posição da peça protética *in situ*, e o vedamento marginal, que permite a adaptação da prótese às superfícies do dente preparado (MEDIĆ *et al.*, 2010).

Nesse aspecto, é fundamental o conhecimento sobre as propriedades dos materiais indicados para a fixação das próteses fixas. O Grupo Brasileiro de Professores de Dentística (GBPD) definiu que o sucesso clínico dos procedimentos restauradores está diretamente relacionado ao desempenho dos materiais de fixação. O cimento empregado é responsável pela retenção da peça protética e vedamento da interface desta com o dente (SOARES *et al.*, 2005).

Eventual falha nesse vedamento pode culminar com o fenômeno da microinfiltração. De acordo com Scussel *et al.* (2010), o conceito clássico de microinfiltração foi descrito por Going¹ (1972) como sendo a passagem de fluidos, substâncias químicas, moléculas e íons, entre o dente e a restauração.

A fim de minimizar essa possibilidade, torna-se essencial uma escolha criteriosa do agente cimentante, visto que suas qualidades podem ser consideradas como fatores que previnem o aparecimento de pontos de infiltração marginal e, conseqüentemente, lesões recidivas de cárie (KIDD *et al.*, 1995; KIDD, 2001), descoloração marginal, falha na adaptação e fracasso de tratamento (PILO *et al.*, 1998; CAMPOS *et al.*, 1999; ZOELLNER *et al.*, 2000). Esses eventos surgem, então, devido à falha da adaptação cervical ou selamento cervical, termos diferentes para designar a área crítica dos preparos com finalidades protéticas, onde diferentes materiais como ligas metálicas, porcelana e dente se integram através de um agente cimentante (RAMOS JUNIOR *et al.*, 2001). Fato concreto é que essa é uma área nobre de qualquer prótese e desse ajuste cervical adequado, depende a longevidade bem sucedida da reabilitação (PEGORARO, 2004).

¹ Going RE. Microleakage around dental restorations: a summarizing review. J Am Dent Assoc. 1972; 84(6):1349-57.

Tendo em vista essa conjuntura, estudos atuais continuam avaliando os materiais que surgem no mercado, baseados no conceito de que a qualidade do selamento cervical depende das propriedades do agente cimentante, que entre outras características, idealmente, deveria ser insolúvel e aderente às estruturas que está unindo (BONA, 2009).

Do ponto de vista clínico, o cimento de fosfato de zinco tem sido ao longo das últimas décadas, o material mais empregado na cimentação de restaurações metálicas fundidas e próteses fixas. Entretanto, é um cimento crítico quanto à solubilização em meio bucal e falta de adesão aos substratos dentinários (ANDRADA *et al.*, 1997; ANUSAVICE, 2005). Ensaio recentes apresentam o fosfato de zinco como controle nas avaliações de novos materiais.

Atualmente, os cimentos ionoméricos e os cimentos resinosos estão sendo cada vez mais utilizados na cimentação de peças protéticas. As propriedades do cimento de ionômero de vidro como adesão química ao esmalte e dentina, expansão térmica semelhante ao dente, biocompatibilidade e baixa solubilidade são apontadas como vantagens na escolha desse material (SERRA *et al.*, 1992; SHINKAY *et al.*, 2003).

Os cimentos resinosos que inicialmente foram indicados para cimentação de próteses adesivas, posteriormente, em decorrência dos bons resultados encontrados devido suas propriedades adesivas e baixa solubilidade, começaram a ser indicados também para cimentação de próteses fixas (ARAÚJO *et al.*, 1998).

Em relação aos cimentos resinosos, são escassas as avaliações sobre a microinfiltração em prótese fixa unitária, especialmente dos cimentos auto-adesivos, que dispensam aplicação adicional de outros materiais para a cimentação, como o cimento resinoso Relyx U100TM (3M ESPE, EUA). Torna-se imperiosa a investigação sobre esse material, a fim de orientar o profissional na escolha do agente cimentante, buscando minimizar a probabilidade de fracasso de tratamento devido à microinfiltração.

Assim sendo, este ensaio *in vitro* avaliou a microinfiltração em prótese fixa unitária cimentada com três tipos de materiais: o fosfato de zinco, usado como controle, o cimento ionomérico modificado por resina e um cimento resinoso auto-adesivo que demanda de avaliação.

Em virtude dos avanços nos novos materiais mencionados pela indústria, testa-se neste estudo a hipótese de que o cimento resinoso auto-adesivo apresente menor grau de infiltração, quando comparado aos demais materiais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cimentos odontológicos

Do ponto de vista clínico, o cimento de fosfato de zinco tem sido ao longo das últimas décadas, o material mais empregado na cimentação de restaurações metálicas fundidas e próteses fixas, visto que apresenta baixo custo, facilidade de trabalho e boas propriedades mecânicas, porém, é um cimento crítico quanto à solubilização em meio bucal (CAMPOS *et al.*, 1999).

O cimento é fornecido em pó e líquido, os quais são misturados para reagir um com o outro. Sua resistência é considerada satisfatória quando comparadas com outros cimentos (70MPa); apresenta ótimo escoamento, pois um dos reagentes é líquido, o que o torna fluído e solúvel, ponto mais crítico de sua utilização (CRAIG, 2004).

Quanto à presa do cimento de fosfato de zinco, não há qualquer reação com o tecido mineralizado circunjacente ou outros materiais restauradores. Portanto, a adesão principal ocorre pelo embricamento mecânico nas interfaces, e não através de interação química (PEGORARO, 2004).

Quando comparados com os cimentos ionoméricos, o grau de solubilidade do cimento de fosfato de zinco parece ser maior, principalmente em meio ácido. O grau de irritação pulpar promovido pelo ácido fosfórico presente é mais acentuado do que ocorre quando da utilização dos cimentos ionoméricos (ANUSAVICE, 2005).

No início da década de 70, surgiu o cimento de ionômero de vidro (CIV) que, atualmente, além da indicação como material restaurador, forrador, selador e de núcleos de preenchimento, também é indicado como agente cimentante permanente de coroas metálicas e livres de metal, bem como de próteses parciais fixas, núcleos e bandas ortodônticas (SERRA *et al.*, 1992; DUNNE *et al.*, 1996). É um material de largo uso na clínica odontológica; característica como baixa solubilidade e, principalmente, a espessura de sua película satisfazem as especificações da *American Dental Association* (ADA, 1979).

A literatura é rica em avaliações sobre as propriedades do CIV. A respeito da microinfiltração, Berg *et al.* (1988) afirmaram que o ionômero de vidro pode ser

utilizado como cimento em coroas totais metálicas, sendo seu grau de microinfiltração menor que o do fosfato de zinco.

Propriedades importantes e responsáveis pela sua alta difusão na clínica odontológica é a sua capacidade de liberação de flúor e combate à cárie secundária, conforme mostraram Brackett *et al.* (1994), em um estudo *in vivo*, ao avaliarem o ionômero de vidro na cimentação de coroas totais. Durante 5 anos acompanharam 1.435 casos unitários de próteses; as avaliações foram clínica e radiográfica. Os autores observaram que nenhum dos dentes avaliados apresentou cárie secundária.

Em outro trabalho semelhante, Metz *et al.* (1994) avaliaram durante o período de 8 anos, *in vivo*, 1.230 coroas cimentadas com ionômero de vidro. Nenhum dente apresentou cárie secundária. Dessa maneira, os autores concluíram que o CIV foi eficaz na cimentação de coroas totais e que a liberação de flúor inibiu o aparecimento de cárie.

Shinkai *et al.* (2003) analisaram, através de uma revisão de literatura, a cárie secundária relacionada a próteses fixas, com enfoque no uso do CIV. Foram abordados fatores clássicos acerca do desenvolvimento de cárie em próteses fixas, tais como adaptação da prótese, microinfiltração e adesividade dos agentes cimentantes, além das características de liberação de flúor do CIV quando utilizados para esse fim. A literatura mostrou que o aparecimento de cárie secundária nas margens dessas restaurações independe dos fatores citados anteriormente, e que os resultados obtidos em estudos *in vivo* e *in vitro* são controversos, ou seja, não houve concordância entre os mesmos com relação ao tipo de cimento que melhor combate a desmineralização marginal. A liberação de flúor pelo CIV ainda necessita de maiores comprovações *in vivo*, principalmente de estudos longitudinais relatando seu desempenho clínico quanto ao combate de cárie secundária em prótese fixa. Assim sendo, os autores não encontraram evidências para indicar CIV à pacientes com alto risco de cárie, sugerindo mais estudos sobre o tema.

Propriedades do CIV como a biocompatibilidade, adesividade, coeficiente de expansão térmica e liberação de flúor, possibilitaram seu uso em larga escala na Odontologia. Porém, o CIV apresenta elevada susceptibilidade à sinérese e embebição, com alta solubilidade nos estágios iniciais de presa. A fim de melhorar as propriedades, especialmente as críticas, do CIV, foram desenvolvidos os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, que apresentam menor solubilidade que os convencionais. Os cimentos de ionômero de vidro modificados

por resina possuem como principais características, a solubilidade baixa, a liberação de flúor semelhante aos ionômeros de vidro convencionais, e a absorção de água maior que os cimentos resinosos. A resistência dos cimentos de ionômero de vidro modificado por resina é considerada satisfatória, variando de 60 a 140MPa (CRAIG, 2004).

A incorporação de uma resina que polimerizaria com luz azul melhorou o manuseio e, principalmente, o tempo de presa desses cimentos de ionômero de vidro modificado por resina, quando comparados com os cimentos de ionômeros de vidro convencionais. A escolha da resina incorporada é limitada, pelo fato de que o ionômero de vidro é um cimento à base de água, e por isso a resina necessita ser solúvel em água. O HEMA (hidroxietil-metacrilato) é um monômero muito efetivo a este respeito (NOORT, 2004).

Os cimentos de ionômero de vidro modificado por resina são uma notável mudança nos ionômeros de vidro convencionais no que diz respeito ao aumento na resistência, devido ao seu menor módulo de elasticidade. O mecanismo de adesão às estruturas dentárias é semelhante ao ionômero de vidro convencional. Segundo Anusavice (2005), grupos funcionais polimerizáveis podem ser adicionados para conceder uma presa mais rápida ao CIV, sendo ativados por luz ou quimicamente. Por isso, esses materiais são chamados de ionômero de vidro modificado por resina ou híbridos.

Os cimentos resinosos também estão sendo muito difundidos como agente cimentante. Buscando uma melhora nas propriedades físico-químicas dos cimentos resinosos nos últimos anos, diversos trabalhos foram realizados visando, principalmente, aumentar a resistência de união das resinas aos metais e melhorar seu escoamento, o que resulta em uma película menor de cimento. Os cimentos resinosos, que inicialmente foram indicados para cimentação de próteses adesivas, em decorrência dos bons resultados alcançados devidos as suas propriedades adesivas e baixa solubilidade, começaram também a ser indicados para a cimentação de próteses fixas (OGUNYINKA, 1998).

A aplicação de ácido e adesivo ou *primer* (dependendo da marca fabricante segue um adesivo ou *primer* correspondente) sobre a estrutura dentária e aplicação de silano no interior da peça, são passos necessários para a execução da cimentação com cimento resinoso. A polimerização deste pode ser química, foto ou dual (quando o cimento tem a presa iniciada pela luz azul e continua sua

polimerização químicamente). Os cimentos resinosos são compósitos formulados primariamente com Bis-GMA ou dimetacrilato e sílica ou partículas de vidro (CRAIG, 2004).

Os cimentos resinosos são essencialmente resinas compostas fluidas de baixa viscosidade e praticamente insolúvel aos fluídos orais. Na polimerização química são fornecidos compostos em forma de pó e líquido, que devem ser espatulados; podem ser fotopolimerizáveis, e são fornecidos como pasta (da mesma maneira que são fornecidas as resinas compostas) e sua presa é feita com a aplicação de luz; e finalmente de presa dual, fornecidas pasta-pasta que são espatuladas. A ativação química destes é lenta, o que resulta em um tempo maior de trabalho, até que o cimento seja exposto a fotoativação e inicie a reação química, levando a um endurecimento rápido (ANUSAVICE, 2005).

Com intuito de diminuir a agressão às estruturas dentárias e facilitar o manuseio, durante o momento da cimentação, novos cimentos resinosos de presa dual e auto-adesivos (sem a necessidade de preparo da superfície dentária) têm ganhado atenção, pela praticidade e redução do protocolo de execução (HAN *et al.*, 2007).

O fato de não realizar preparo no esmalte ou dentina ainda traz discussões, no que diz respeito, a adesividade destes, aos cimentos auto-adesivos. Lin *et al.* (2010) compararam a força de adesão de cimentos auto-adesivos sob o esmalte nas seguintes situações: sem tratamento nenhum, com aplicação de ácido, com aplicação de um adesivo e com aplicação de ácido e adesivo (protocolo convencional). A hipótese dos autores foi verificar como os cimentos auto-adesivos se comportavam sob diferentes superfícies tratadas. Os resultados mostraram que com o tratamento ácido e adesivo, os cimentos aumentaram sua capacidade adesiva, apesar, de mesmo sem tratamento de superfície os mesmos apresentaram boa adesão. Os autores sugerem mais estudos com estes cimentos, já que são novos no mercado, e representam facilidade técnica.

2.2 Microinfiltração dos cimentos odontológicos

Segundo Knibbs *et al.* (1989), os cimentos indicados para a fixação de próteses fixas devem ter capacidade de resistir a dissolução ou erosão na interface dente-coroa, prevenindo o início de cárie secundária e, conseqüentemente, perda da restauração. Esse aspecto é importante, pois está diretamente relacionado à capacidade de selar a interface dente-prótese.

Em geral, materiais exibem graus variáveis de infiltração, em virtude de não se adaptarem perfeitamente, ou de não se aderirem quimicamente à estrutura dental. A microinfiltração permanece como uma das causas de fracassos em tratamentos restauradores (ANDRADA *et al.*, 1997).

O selamento marginal é um requisito relevante da prótese fixa, pois a solução de descontinuidade entre a restauração e o dente permite o ingresso de bactérias e de suas toxinas, podendo culminar com a destruição do remanescente dentário (cárie secundária) e causar danos pulpares. A qualidade do selamento marginal depende das propriedades do agente cimentante, que entre outras características, idealmente, deveria ser insolúvel e aderente às estruturas que está unindo (TOTIAM *et al.*, 2007).

Jacobs *et al.* (1991) investigaram a solubilidade do cimento de fosfato de zinco relacionado ao espaço marginal. Os autores utilizaram discos padronizados para serem cimentados com o agente cimentante, e para isso, padronizaram as espessuras de linha em 25, 50, 75 e 150µm. Após a cimentação, os discos foram inseridos em ensaios mecânicos e térmicos, a fim de solubilizarem o cimento interposto entre os discos. Os resultados mostraram que a única distância que realmente teve uma diferença estatisticamente significativa foi a de 150µm, e que nas demais, a dissolução do cimento foi semelhante. Os autores demonstraram assim que a qualidade e tipo de cimento utilizados são importantes e que a abertura marginal, no que diz respeito à microinfiltração, não parece ter relação, mas acrescentam que espaços muito irregulares ou amplos são favoráveis ao crescimento bacteriano, portanto, devem ser evitados.

Hallett *et al.* (1993) compararam a microinfiltração de dois cimentos de ionômero de vidro modificado por resina com dois cimentos de ionômero de vidro convencionais. Foram preparadas cavidades classe V na face vestibular de dentes hígidos. As restaurações foram realizadas e os dentes submetidos à ciclagem térmica. Foi utilizado como corante a fuccina básica (0,5%) por 24 horas, permitindo a visualização das áreas infiltradas. No estudo, o ionômero modificado por resina

apresentou melhores resultados que o ionômero convencional, no que diz respeito ao vedamento da interface dente-retauração.

White *et al.* (1994a) testaram a influência da abertura marginal na microinfiltração dos cimentos odontológicos. Para o experimento foram utilizados trinta e cinco prés-molares humanos hígidos e três cimentos odontológicos: fosfato de zinco (Fleck's zinc phosphate, Keystone, EUA), ionômero de vidro (Ketac Cem, ESPE, Seefeld, Alemanha) e cimento resinoso (Panavia Ex, Kuraray, Japão). Após a confecção das coroas totais, os espécimes foram cimentados e submetidos a termociclagem (5 a 55°C por 1.500 ciclos). As raízes foram impermeabilizadas com esmalte para unhas, do ápice até 1mm antes da linha de terminação. Os dentes foram seccionados duas vezes, longitudinalmente, uma no sentido vestibulo-lingual e outra no sentido mesio-distal. A análise dos cortes foi feita em microscópio metalúrgico com aumento de 500 vezes, e além de avaliar a penetração do corante na linha de cimento, nos pontos de avaliação foi possível determinar o espaço marginal pós-cimentação. Os resultados de microinfiltração e abertura marginal foram, respectivamente, 144,0µm e 111,0µm para o fosfato de zinco; 107,0µm e 82,0µm para o cimento de ionômero de vidro; e 86,0µm e 335,0µm para o cimento resinoso. Os autores concluíram que a abertura marginal não foi decisiva para o controle da microinfiltração nessa metodologia, mas que o tipo do cimento a influenciou e que o padrão foi semelhante nos grupos. O cimento com menor microinfiltração foi o cimento resinoso, seguido pelo ionômero de vidro e fosfato de zinco.

White *et al.* (1994b) realizaram uma pesquisa, *in vivo*, de avaliação de microinfiltração de três cimentos: fosfato de zinco (Flecks Zinc Cement, Cherry Hill, EUA), ionômero de vidro convencional (Infinity, Den-mat Corp., EUA) e ionômero de vidro modificado por resina (Infinity with Tenure, Den-mat Corp., EUA). Foram utilizados dentes molares humanos indicados para exodontia devido problemas periodontais. Antes da extração, os dentes foram submetidos a tratamento protético (coroa total metálica unitária) e mantidos em boca por mais 6 meses. Após esse período, os dentes foram extraídos e submetidos à avaliação de microinfiltração. As raízes foram cobertas com esmalte para unhas e imersas em nitrato de prata 50%. O menor grau de microinfiltração foi observado nas coroas cimentadas com cimento de ionômero de vidro modificado por resina (88µm); porém, não foi verificada diferença significativa ($p>0,5$) em relação às coroas cimentadas com cimento de ionômero de

vidro (133µm). Diferença significativa foi observada apenas em comparação ao grau de infiltração verificado nas coroas cimentadas com fosfato de zinco (978µm). Os resultados permitiram ainda evidenciar que o trabalho apresentou resultados semelhantes aos *in vitro*, onde a metodologia de ciclagem térmica é utilizada como método para envelhecimento artificial.

A microinfiltração para dentro dos túbulos dentinários em decorrência da microinfiltração marginal, foi avaliada por White *et al.* (1995), ao utilizarem dentes que receberam coroas totais e cimentados com fosfato de zinco (Fleck's zinc phosphate, Keystone, EUA), policarboxilato (Durelon, ESPE, Alemanha), ionômero de vidro (Ketac-cem, ESPE, EUA) e cimento resinoso (Panavia Ex, Kuraray, Japão). Os dentes foram submetidos à termociclagem com 1.500 ciclos e variação de temperatura de 5 a 55°C. Para avaliação da microinfiltração, os dentes foram seccionados, no sentido vestíbulo lingual, e permaneceram submersos em nitrato de prata 50% pelo tempo de 1 hora. Foram avaliados no microscópio óptico, com aumento de 300 vezes. As medidas foram tomadas em micrometros e em dois sentidos: o primeiro que verificava a penetração do corante na linha propriamente dita, e outra que media a penetração nos túbulos dentinários. Os autores verificaram que o cimento de ionômero de vidro e o cimento resinoso apresentaram resultados semelhantes para a microinfiltração e estatisticamente não significantes entre si; porém, quando comparados com o fosfato e policarboxilato, essa diferença foi significativa ($p < 0,05$), com melhores resultados para o ionômero e resinoso. Outra conclusão foi que os cimentos que preveniram a microinfiltração, preveniram também a penetração de corantes para dentro dos túbulos dentinários, visto que de acordo com a presença do corante na linha de cimentação, havia também uma penetração para o interior dos túbulos dentinários.

Junge *et al.* (1998) realizaram um estudo para comparar o nível de falha na região de linha de cimentação de dentes portadores de coroas totais, quando esses eram submetidos a cargas cíclicas. Para o ensaio, utilizaram quinze dentes incisivos, extraídos por indicação ortodôntica. As coroas foram cimentadas com fosfato de zinco (Felck's, EUA); ionômero de vidro modificado por resina (Vitremmer Luting Cement, 3M Dental, EUA) e cimento resinoso (Scotchbond Resin Cement, 3M Dental, EUA). Os dentes foram submetidos a 80.000 ciclos mecânicos. Os autores concluíram que o cimento resinoso apresentou sua estrutura íntegra, ao contrário do fosfato de zinco e ionômero de vidro modificado por resina, que apresentaram, em

todos os espécimes, algum tipo de modificação estrutural. De acordo com os autores, essas mudanças podem levar a problemas na interface coroa-dente, como por exemplo o acúmulo de placa bacteriana em uma região nobre da restauração. A capacidade adesiva do cimento resinoso à estrutura dentária e peça protética contribui para os achados dessa pesquisa.

O cimento resinoso (Panavia 21, Kuraray Co., Japão) apresentou menor grau de microinfiltração quando comparado com o cimento de fosfato de zinco (S.S. White Artigos Dentários Ltda., Brasil), segundo o estudo de Campos *et al.* (1999). Foram preparados 20 dentes naturais, a fim de receber coroas totais metálicas. Para a análise da microinfiltração, os dentes foram divididos em dois grupos equivalentes, sendo que cada grupo correspondeu ao tipo de cimento utilizado para a fixação das peças protéticas. Após a cimentação, os elementos foram submetidos à ciclagem térmica (700 ciclos completos) e, posteriormente, submersos em solução de azul de metileno (0,5%). Com finalidade de observar o grau de infiltração, os dentes foram seccionados no sentido vestibulo-lingual e submetidos à avaliação visual com lupa de aumento de 4 vezes e classificados em diferentes escores: 0 – sem microinfiltração; 1 – presença de microinfiltração até o limite amelodentinário; 2 – presença de infiltração até dentina; e 3 - infiltração atingindo dentina e polpa. Os resultados mostraram ausência de microinfiltração em todos os espécimes cimentados com cimento resinoso e microinfiltração atingindo dentina e polpa para todos os dentes cimentados com fosfato de zinco.

Segundo Jaques *et al.* (2003), o tipo de material utilizado para confecção das infra-estruturas de próteses fixas unitárias não influencia na espessura de linha de cimentação, bem como não leva a diferenças na microinfiltração dos cimentos odontológicos. Os autores avaliaram a microinfiltração e espessura de um cimento resinoso em duas situações clínicas: quando utilizadas para cimentar coroas livres de metal (IPS-Empress, Ivoclar Vivadent) e coroas metálicas em ouro. Foi utilizado um cimento resinoso de dois estágios (Variolink II-Ivoclar-Vivadent). Foram preparados trinta dentes prés-molares para receberem as coroas livres de metal (Grupo 1) e metálicas (Grupo 2). Após a cimentação, os espécimes foram levados para termociclagem com temperatura variável entre 5 e 55°C, sendo realizados 700 ciclos. Dos trinta dentes preparados, vinte foram levados para avaliação da microinfiltração e 10 levados para microscopia eletrônica de varredura (MEV) para avaliação de espessura da linha de cimentação. Os resultados da MEV mostraram

que para as coroas metal-free, a espessura de cimento foi de 82µm, e para as coroas em metal, 71µm. Na avaliação de microinfiltração, antes dos dentes serem seccionados no sentido vestibulo-lingual, os mesmos foram inseridos em solução de azul de metileno a 2%, em temperatura ambiente por 24 horas. A visualização da penetração do corante foi feita em microscópio estereoscópico com aumento de 25 vezes, sendo anotados os escores para as referidas infiltrações: 0 - sem microinfiltração; 1 - microinfiltração em 1/3 da linha de terminação; 2 - microinfiltração em 2/3 da linha de cimentação; 3 - microinfiltração em até 1/3 da parede axial; e 4 - microinfiltração de 2/3 ou mais da parede axial. Os resultados mostraram que os níveis de microinfiltração ficaram limitados à região de margem cervical dos preparos em 40 e 50% nos espécimes dos grupos 1 e 2, respectivamente, enquanto apenas 10% tiveram infiltração que atingiu a parede axial em ambos os grupos. O escore 0 (sem microinfiltração) foi observado em 50% das amostras do grupo 1 e em 40% das amostras do grupo 2. A análise estatística mostrou não haver diferença estatística significativa entre os grupos ($p>0,05$).

Quintas *et al.* (2004) avaliaram a adaptação marginal de três tipos de coping metal-free: Procera (Nobel Biocare), Empress 2 (Ivoclar Vivadent) e In-Ceram Alumina (Vita Zahnfabrik). Utilizaram três tipos de cimento (fosfato de zinco, ionômero de vidro e cimento resinoso), e dois tipos de linha de terminação (ombro arredondado e chanfro profundo). Cento e oitenta infra-estruturas foram cimentadas em modelos de metal previamente confeccionados para o estudo, separados em 18 grupos, de acordo com a marca da estrutura, tipo de cimento e linha de terminação. Após a coleta dos resultados, os autores concluíram que a linha de terminação e o tipo de cimento não influenciaram na espessura da abertura marginal, e que apenas o tipo de coping pode influenciar na mesma. Como conclusão, os autores mostraram que o coping Procera apresentou melhores resultados, seguido pelo In-ceram e Empress, respectivamente.

Ao comparar o fosfato de zinco (Harvard Cement – Richter e Hoffmann, Alemanha), ionômero de vidro convencional (Fuji I – GC Corp., Japão), ionômero de vidro modificado por resina (Fuji Plus - GC Corp., Japão), dois cimentos resinosos convencionais com dois passos (Panavia F – Kuraray, Japão e RelyX ARC - 3M ESPE, Alemanha) e um cimento resinoso auto-adesivo de passo único (RelyX Unicem 3M ESPE, Alemanha) constatou-se que a microinfiltração foi maior em dentina do que em esmalte. A conclusão foi de Piwowarczyc *et al.* (2005), ao

relacionar a microinfiltração de cimentos odontológicos utilizados quanto à localização em esmalte ou dentina e abertura marginal da linha de terminação ou linha de cimentação. Sessenta dentes foram preparados e divididos em cinco grupos, correspondentes aos cimentos utilizados. Os espécimes foram submetidos a 5.000 ciclos térmicos, com temperatura variando de 5 a 55°C. Subseqüente, as raízes foram cobertas com esmalte para unhas (mantendo cerca de 2mm antes da linha de cimentação sem esmalte) e submetidas a penetração do corante de nitrato de prata por 6 horas. Os dentes foram cortados no sentido vestibulo-lingual usando uma serra em baixa rotação (Isomet, Buehler Ltda., EUA). Os resultados para microinfiltração em esmalte e dentina foram, respectivamente: fosfato de zinco – 1,59mm e 2,01mm; ionômero de vidro – 0,71mm e 1,41mm; ionômero de vidro modificado por resina – 0,77mm e 1,39mm; cimento resinoso de dois passos – 0,95mm e 2,11mm; e cimento de estágio único – 0,70mm e 1,01mm. Outra constatação dos autores foi que a microinfiltração do cimento RelyX Unicem foi menor tanto em esmalte como em dentina, quando comparados com outros cimentos.

Rosentritt *et al.* (2007) avaliaram a microinfiltração e adaptação de prótese fixas de três elementos confeccionadas a partir de CAD/CAM e cimentadas com cimentos resinosos. Nesse estudo, buscou-se também avaliar os resultados obtidos por cimentos com dois passos ou com necessidade de aplicação de ácido, *primer* e adesivo, com um cimento auto-adesivo ou de estágio único. Foram utilizados os seguintes cimentos: RelyX UNICEM (3M ESPE, Alemanha), cimento auto-adesivo; Variolink 2 (Ivoclar-Vivadent, EUA); Panavia F (Kuraray, Japão), Compolute (3M ESPE, Alemanha). O MEV foi utilizado para avaliar a interface entre cimento-dente e cimento-restauração. A adaptação foi considerada muito boa para todos os sistemas de cimentos resinosos, e o cimento de passo único apresentou resultados melhores que os demais no que diz respeito a microinfiltração e união as interfaces coroa-cimento-dente. O fato de não apresentar um película extra de adesivo sobre estrutura dentária mostrou que a técnica se torna mais simples e evita cimentações com aumento na altura dos elementos, o que permitiu os autores concluírem que o cimento RelyX UNICEM preveniu melhor a microinfiltração e que esse tipo de cimento necessita de mais avaliações, visto ser considerado um sistema de cimentação recente.

Os materiais utilizados como núcleo de preenchimento, com o objetivo de repor a estrutura dentária em dentes seriamente destruídos e que serão submetidos à instalação de coroas, influenciam nos resultados de microinfiltração marginal, quando estes são comparados com dentes hígidos, segundo Yesil *et al.* (2007). Os autores compararam a microinfiltração de quatro cimentos odontológicos utilizados na cimentação de coroas totais e a relacionaram com 4 tipos de materiais de preenchimento. Foram utilizados os seguintes cimentos: fosfato de zinco (Adhesor, Dental, Praha Cernokostelecká); policarboxilato (Durelon, ESPE, Alemanha), ionômero de vidro (Meron, ESPE, Alemanha); e fosfato sílico (Harvardid, Harvard dental, Alemanha). Para o preenchimento foram utilizados materiais a base de compósito, amálgama, resina, metal e dentes hígidos que não foram tratados endodonticamente, portanto, mantiveram suas estruturas íntegras. A cimentação foi padronizada e todos os cimentos se inter-relacionaram com os materiais de preenchimento. Após cimentação, os espécimes foram submetidos a 100 ciclos térmicos em meio aquoso contendo azul de metileno a 2%, e com variação de temperatura de 5 e 55 °C. A microinfiltração foi avaliada com a seguinte escala: 0 – sem microinfiltração; 1 – microinfiltração até a região de junção com material de preenchimento; 2 – microinfiltração até a metade da parede axial; 3 – microinfiltração em toda parede axial; e 4 – microinfiltração até região oclusal do preparo. Os resultados mostraram que todos os materiais de preenchimento apresentaram microinfiltração semelhante, sem diferença significativa entre eles ($p>0,05$); quando comparados a estrutura hígida do dente, os graus de microinfiltração dos materiais sempre foram maiores e estatisticamente significantes ($p<0,05$). Portanto, a manutenção de estrutura dentária é importante nos preparos de prótese parcial fixa.

Shencke *et al.* (2008) avaliaram a microinfiltração em coroas parciais de porcelana cimentadas com os seguintes sistemas de cimento resinoso: Excite/Variolink (Ivoclar Vivadent, EUA), Panavia F (Kuraray, Japão) e RelyX UNICEM (3M ESPE, Alemanha). O cimento RelyX UNiCEM apresentou melhores resultados, e segundo os autores, outros estudos devem ser executados em coroas totais para comprovar seus resultados nessas modalidades de tratamento.

Com cimentos resinosos auto-adesivos, Tranjtenberg *et al.* (2008) realizaram um trabalho em que se avaliou a microinfiltração desses cimentos na cimentação de coroas totais livres de metal. Para o estudo, foram utilizados o Multilink (Ivoclar Vivadent, EUA), Panavia F 2.0 (Kuraray America Inc., EUA) e RelyX UNICEM (3M

Espe, EUA), sendo apenas o último auto-adesivo e comparado com os outros que necessitavam de algum tipo de preparo antes da cimentação. As menores microinfiltrações foram observadas nas coroas cimentadas pelo Panavia F 2.0, seguido pelo RelyX UNICEM e Multilink, respectivamente. Os autores lembraram que novos sistemas auto-adesivos necessitam de estudos para comparar com os cimentos de duas etapas.

Rosseti *et al.* (2008) procuravam correlacionar a adaptação marginal com a microinfiltração. Para a cimentação, utilizaram o fosfato de zinco (S.S. White, Brasil); ionômero de vidro modificado por resina (RelyX Vitremer Luting Cement, 3M ESPE, EUA); e cimento resinoso (Enforce, Denstply, Brasil). Foram utilizados 30 dentes pré-molares. As coroas foram cimentadas com pressão digital por 1 minuto e mantidas sobre pressão por 5 minutos, com a carga estática de 5Kg. A microinfiltração foi avaliada após 300 ciclos térmicos com temperatura variando entre 5 e 55°C. Para corar as regiões infiltradas, um composto com vermelho 52 (1% de Rodamina B), solução ácida (Caries detector, Kuraray Co, Japão) e propileno glicol, foi aplicado por 15 segundos sobre a superfície a ser examinada. Para determinação da microinfiltração foi utilizada a seguinte escala: 0 - sem microinfiltração; 1 - microinfiltração em 1/3 da linha de terminação; 2 - microinfiltração em 2/3 da linha de cimentação; 3 - microinfiltração em até 1/3 da parede axial; e 4 - microinfiltração em 2/3 ou mais da parede axial. Os resultados para microinfiltração, obtidos através da média dos escores de cada dente foram: fosfato de zinco – 3,02; ionômero de vidro modificado por resina – 0,35 e cimento resinoso – 0,12. Os resultados mostraram não haver diferença significativa entre o cimento resinoso e ionômero de vidro ($p>0,5$), enquanto o fosfato apresentou resultados significativamente piores ($p<0,001$). O aparecimento de microinfiltração em função da abertura marginal não pode ser sustentado, visto que a abertura marginal foi semelhante para todos os dentes, mas os resultados do fosfato de zinco foram maiores do que dos demais cimentos.

Uludag *et al.* (2009) realizaram estudo em que foi avaliada a microinfiltração de cimentos resinosos utilizados com diferentes sistemas adesivos. Para o estudo os sistemas resinosos utilizados foram: RelyX ARC (3M ESPE, EUA); Variolink II (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein); e Panavia 21 (Kuraray, Japan). Os sistemas adesivos utilizados foram: Single Bond (3M ESPE, EUA); Excite DSC (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein); ED Primer (Kuraray, Japan); e Admira Bond (VOCO GmbH,

Alemanha). Para a avaliação, os autores realizaram cavidades Classe V na face vestibular de dentes molares hígidos e confeccionaram *inlays* de metal-free para cada preparo. Os preparos se localizaram na parede gengival em dentina e na parede oclusal em esmalte. Após a cimentação, os espécimes foram submetidos a 1000 ciclos térmicos (5°-55°C) e submersos à fuccina básica (0,5%) por 24 horas. Para análise da microinfiltração, os dentes foram seccionados transversalmente, permitindo que se pudesse avaliar a porção em dentina e a porção em esmalte. Após coleta dos resultados, os autores afirmaram que o sistema adesivo utilizado não influenciou na microinfiltração dos cimentos resinosos. A localização dos preparos em esmalte e dentina mostrou diferença significativa ($p < 0,05$), sendo os melhores resultados (menor microinfiltração) encontrados em esmalte.

Medić *et al.* (2010) investigaram a microinfiltração de diferentes tipos de cimento em diferentes sistemas de coroas cerâmicas. Para o estudo, utilizaram próteses metalocerâmicas, metalocerâmicas com margem de porcelana, e próteses metal free Empress 2 e In-Ceram Alumina. Como agentes cimentantes foram utilizados: o fosfato de zinco (Harvard, Richter-Hoffman, Alemanha), o policarboxilato (Harvard, Richter-Hoffman, Alemanha), cimento de ionômero de vidro convencional (Fuji I, GC, EUA), e cimento resinoso (Panavia 21, Kuraray, Japan). Os grupos foram formados por 160 dentes naturais, onde para cada sistema cerâmico, foram utilizados todos os agentes cimentantes. Após a cimentação das coroas, os dentes foram submetidos a 500 ciclos térmicos, com variação de temperatura de 5°C no resfriamento e 55°C no aquecimento. Para corar a área infiltrada, foi utilizado o azul de metileno 0,5% por 24 horas. Após o corte dos espécimes no sentido méso-distal, os mesmos foram avaliados quanto à microinfiltração pelos seguintes escores: 0 – sem microinfiltração; 1 – penetração do corante na área de chanfro; 2 – penetração do corante em 1/3 da parede axial; 3 – penetração do corante em 2/3 da parede axial; 4 – penetração através de toda parede; e 5 – penetração na parede oclusal. Os resultados de microinfiltração mostraram não haver diferença significativa ($p > 0,5$) quando analisaram o tipo de infra-estrutura utilizada. Já a microinfiltração dos cimentos mostrou que o cimento resinoso apresentou 73% dos espécimes cimentados com comprometimento até a área do chanfrado do preparo; o cimento de ionômero de vidro, 64% com infiltração entre a área do chanfrado e 1/3 da parede axial; e fosfato de zinco e policarboxilato apresentaram resultados semelhantes, sendo que cerca de 80% das leituras estavam localizadas entre 1/3 e 2/3 da parede

axial. Os autores concluíram que o cimento resinoso apresentou melhor vedamento da região cervical ($p=0,042$), quando comparado com os cimentos de ionômero de vidro, fosfato de zinco e policarboxilato.

2.3 Análise da superfície dos cimentos

Servais *et al.* (1971) analisaram, em microscopia eletrônica de varredura, a superfície do cimento de fosfato de zinco em discos padronizados compostos pelo material. Os espécimes foram submetidos a testes em ambientes úmidos, e que variaram de 30% de umidade até o completo mergulho do espécime em água destilada. Como resultado, os autores relataram a presença de trincas na estrutura do cimento, bem como aspereza do mesmo. Os autores afirmaram que essas porosidades e trincas podem influenciar diretamente na adesão do cimento às estruturas dentárias.

Cartz *et al.* (1972) analisaram, em MEV, a superfície do cimento de fosfato de zinco utilizado nas cimentações de prótese. Os autores realizaram a cimentação de coroas e avaliaram a interface dente/cimento. Em seguida, removeram a coroa e avaliaram a superfície interna. Na interface dente/restauração, a presença de uma fenda evidenciou a falta de adesividade do cimento. Ainda na avaliação da interface dente/restauração e na superfície interna da peça, onde existia cimento, foi possível observar porosidades e crateras de até 50 μ m, trincas em toda sua superfície, e a presença de cristais, que segundo os autores, não possuem adesão a estrutura do cimento e podem ser facilmente perdidos, aumentando ainda mais a porosidade do cimento.

Murakami *et al.* (1990) observaram a solubilidade e a superfície do cimento de fosfato de zinco na presença dos mais diversos tipos de ácidos e líquidos orais. Foram confeccionados discos de 10mm de diâmetro e 1mm de altura. Após os testes químicos, os espécimes foram submetidos a análise em MEV. Os autores destacaram que a solubilidade do cimento de fosfato é um dos fatores mais críticos de sua utilização, pois o mesmo, quando entra em contato com líquidos por muito tempo, cria trincas superficiais e na maioria das vezes, surgem crateras que servem de acúmulo ou nicho para colonização bacteriana.

A presença de trincas na estrutura dos cimentos a base de ionômero de vidro convencional, Fuji I (GC, Japão) e Ketac-cem (3M ESPE, EUA), e do cimento de ionômero de vidro modificado por resina, Fuji II (GC, Japão), foram demonstradas por Fukazawa *et al.* (1990). Discos de 10mm de diâmetro por 1mm de altura foram confeccionados a partir dos cimentos e submetidos a ação de um ácido orgânico. Depois de 1, 8, 24, 48, 80, 120 e 168 horas, foram feitas leituras da superfície. Foi observado que conforme a ação dos ácidos, aumentava a presença de trincas na estrutura dos cimentos.

Ylmaz *et al.* (2004) avaliaram a capacidade de retenção e microinfiltração de três tipos de cimentos utilizados na cimentação de coroas totais metálicas. Para o estudo, foram utilizados os cimentos ionômero de vidro convencional (Aqua Meron, Voco, Alemanha); ionômero de vidro modificado por resina (RelyX Luting, 3M ESPE, Alemanha); e cimento resinoso Panavia F (Kuraray, Japão). Sessenta e três molares hígidos foram utilizados, sendo 30 para avaliação da microinfiltração, 30 para teste de tração e 3 espécimes destinados a avaliação, em MEV, da interface entre cimento/coróa e dente/cimento, bem como a avaliação estrutural do cimento em si, verificando a porosidade e possíveis vazios ou perda de material. Após a cimentação dos espécimes às coroas metálicas, todos foram submetidos a 200 ciclos térmicos com temperatura variando entre 4 e 55°C. Para evidenciar a área infiltrada, os dentes foram mantidos durante 24 horas à temperatura de 37°C em uma solução básica de fuccina a 0,5%. Os dentes que foram submetidos à análise em MEV não foram corados, para não comprometer a amostra. Os resultados de microinfiltração para os cimentos foram: ionômero de vidro convencional - 120µm; ionômero de vidro modificado por resina - 167µm; e cimento resinoso - 68µm. Quando comparados os cimentos de ionômero de vidro utilizados, os resultados não demonstraram haver diferença significativa ($p>0,05$); essa apareceu somente quando os ionômeros foram comparados ao cimento resinoso ($p>0,05$). A presença de espaços na interface dente/cimento e cimento/coróa foram observados nos CIV convencional e modificado por resina, o que sugeriu perda de adesão do material, o que não foi encontrado no cimento resinoso. A presença de trincas e porosidade esteve presente nos cimentos de ionômero estudados em maior número que nos cimentos resinosos.

Toman *et al.* (2007) compararam a microinfiltração de 3 sistemas de cimento resinoso: Variolink 2 (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein); Bifix DC (Voco, Alemanha); e

Calibra (Caulk-Densply, EUA), na cimentação de coroas metal-*free*, quando a linha de terminação está localizada em esmalte ou dentina. Após cimentação, os dentes foram submetidos a 5.000 ciclos térmicos com variância de 5 a 55°C. A visualização da microinfiltração foi feita com microscópio de luz com aumento de 24 vezes, sendo uma solução de 50% de tinta da Índia e 50% de água destilada utilizada como corante. A MEV foi utilizada neste estudo com a finalidade de avaliar a união entre cimento e a camada híbrida formada após o condicionamento do dente. A microinfiltração foi determinada a partir da seguinte escala: 0 – sem microinfiltração; 1 – microinfiltração até 1/3 do ombro cervical; 2 – microinfiltração até 2/3 do ombro cervical; 3 – microinfiltração em toda linha cervical; 4 – microinfiltração em 1/3 da parede axial; 5 – microinfiltração em 2/3 da parede axial; e 6 – microinfiltração em toda a parede axial. A média dos escores de microinfiltração para esmalte e dentina foram, respectivamente, Variolink 2 – 1,12 e 4,62; Bifix DC – 1,81 e 3,00; e Calibra – 2,62 e 2,75. Os resultados apontaram que para o Variolink, que possui sistema adesivo a base de água, a microinfiltração em esmalte foi menor (apesar de não ser estatisticamente significativa, $p>0,05$), mas que em comparação com a dentina, se destacaram os piores resultados. O adesivo a base de acetona (cimentos Bifix e Calibra) tiveram resultados melhores em dentina. A microinfiltração aconteceu sempre em valores significativamente maiores em dentina, quando comparados ao esmalte ($p=0,007$). A união entre os sistemas adesivos utilizados a base de acetona e a interface do dente (região de dentina), observados em MEV, tiveram melhores resultados que nos cimentos que utilizam adesivos a base de água, o que suporta os valores de microinfiltração encontrados neste estudo.

Han *et al.* (2007) avaliaram propriedades físicas e de superfície de cimentos resinosos auto-adesivos. Os cimentos estudados foram: G-Cem (GC, Japan); Maxcem (Kerr Dental, EUA); Smart Cem (Densply, Japan); e RelyX UNICEM (3M ESPE, EUA). Os cimentos foram espatulados e acondicionados de maneira a obterem a forma de um disco com 10mm de diâmetro com 1 mm de espessura. Foram moldados 4 discos para cada cimento, sendo que cada um seria exposto a uma situação de estresse físico-químico: 1 - acondicionamento por 90 dias em água destilada; 2 - imersão em meio ácido por 12 horas; e 3 - imersão em banho de acetona por 5 minutos. Um dos discos foi considerado como controle para verificação de alterações após os testes nos outros discos. Para verificação da superfície, foi utilizado microscópio eletrônico de varredura com o aumento de

1000x, o que permitiu visualização dos componentes dos cimentos, bem como de eventual perda de substrato em função dos ataques químicos. Todos os cimentos apresentaram algum tipo de modificação em sua superfície. A perda de partes do material foi a principal característica dos cimentos testados. Não houve o aparecimento de trincas ou fendas nos mesmos. Os autores concluem que, o cimento RelyX UNICEM apresentou menores alterações superficiais, quando comparado com os outros cimentos testado sob esta metodologia.

Santos *et al.* (2009) compararam a superfície do cimento de fosfato de zinco e cimento resinoso quanto a capacidade de inibir ou diminuir a formação de placa bacteriana em sua superfície. Para o estudo foram confeccionados aparelhos removíveis que possuíam 2 cavidades, nas quais foram acondicionados os cimentos: fosfato de zinco (Cimento Lee Smith, Vigodent, Brasil) e cimento resinoso dual (RelyX, 3M ESPE, EUA). Após o uso dos aparelhos pelos voluntários, duas amostras eram coletadas com 7, 14, 21 e 30 dias. Em seguida, foi realizada a desidratação da superfície dos cimentos, com intuito de manter as paredes celulares das bactérias íntegras, permitindo assim, sua visualização. O banho de ouro seguiu o preparo dos espécimes, para visualização do cimento, e sua superfície propriamente dita, em MEV. A avaliação mostrou que toda a superfície do cimento de fosfato de zinco foi mais colonizada por microorganismos que, segundo os autores, é explicado pela diferença da superfície dos cimentos, sendo o fosfato mais áspero e com maior número de trincas, o que leva a uma maior facilidade de adesão bacteriana às paredes do cimento.

3 OBJETIVOS

- Avaliar três cimentos odontológicos - fosfato de zinco, ionômero de vidro modificado por resina e cimento resinoso – quanto a microinfiltração na cimentação de prótese fixa unitária.

- Realizar análise da superfície da linha de cimentação desses três materiais, bem como as interfaces dente-cimento e cimento-coroa.

4 METODOLOGIA

4.1 Aspectos éticos

O estudo foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e aprovado sob protocolo nº 1758 (Anexo A).

Os dentes utilizados foram doados por cirurgiões-dentistas que assinaram o Termo de Doação (Apêndice A), conforme Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e recomendação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, quando da doação de órgãos para fins científicos.

4.2 Delineamento do estudo

A amostra foi constituída de 115 pré-molares hígidos superiores, extraídos por indicação clínica. Os dentes foram limpos e os remanescentes de ligamento periodontal foram raspados com curetas Gracey nº 5-6 Golgran (Golgran Ind. e Com. de Instrumental Odontológico Ltda., Brasil). Após limpos, os dentes foram armazenados em solução fisiológica (DeWALD, 1997; ROSSETI, 2008). A Figura 1 mostra o delineamento deste ensaio.

4.3 Preparo dos corpos de prova

A amostra foi dividida aleatoriamente em 5 grupos (Figura 2), de acordo com o agente cimentante e material utilizado na confecção das coroas.

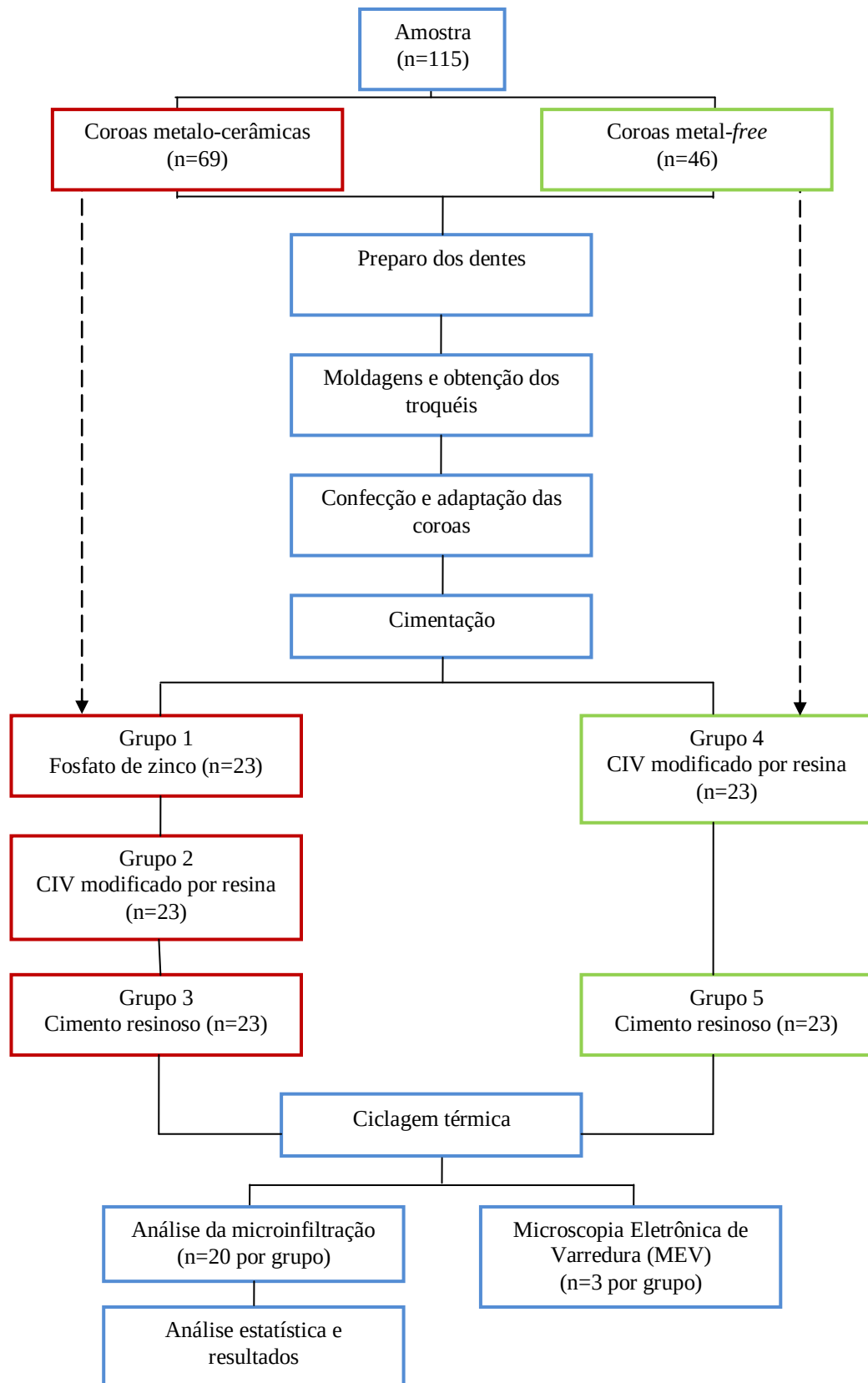


Figura 1 – Delineamento do estudo.

Tipos de próteses	Grupos	Amostras (n)	Cimentos
Coroas metalocerâmicas (Níquel-Cromo , Verabond II)	1	23	Fosfato de zinco (cimento de zinco, S.S. White Artigos Dentários Ltda., Brasil).
	2	23	Cimento ionomérico modificado por resina (RelyX Luting2, 3M Dental Products, EUA).
	3	23	Cimento resinoso (RelyX U100, 3M Dental Products, EUA).
Coroas metal-free <i>In Ceram Alumina</i> (Vita In-ceram Alumina, Vitadigjver, Alemanha)	4	23	Cimento ionomérico modificado por resina (RelyX Luting2, 3M Dental Products, EUA).
	5	23	Cimento resinoso (RelyX U100, 3M Dental Products, EUA).

Figura 2 – Divisão dos grupos de acordo com o material utilizado para confecção das coroas e cimentos empregados para cimentação dos espécimes.

Em seguida, os dentes foram posicionados em tubos de PVC (Tigre do Brasil, Brasil) de 30mm de diâmetro e 40mm de altura, e fixados com gesso tipo IV (Vel-Mix, Kerr, EUA), de maneira que seu longo eixo ficasse perpendicular à base do tubo e a linha amelo-cementária localizada aproximadamente a 4mm acima do gesso (Figura 3). Todas as amostras foram armazenadas em soro fisiológico em temperatura ambiente até o momento do preparo (ROSSETI, 2008).

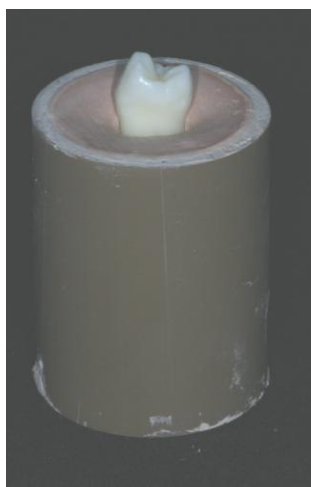


Figura 3 – Pré-molar fixado em gesso especial tipo IV, pronto para o preparo protético.

4.4 Preparo dos dentes

Os dentes foram preparados com broca diamantada tronco-cônica 4137 (KG Sorensen, Zenith Dental ApS, Dinamarca) em alta rotação, sob refrigeração. O preparo foi realizado a fim de receber uma coroa total, seguindo os parâmetros de preparo preconizados por Pegoraro (2004). A linha de terminação escolhida para todos os dentes foi o chanfro, e no momento do acabamento desta, foi utilizada lupa (Bio-Art, Equipamentos Odontológicos, São Carlos, SP), com quatro vezes de aumento, para controle do desgaste desta região (Figura 4).

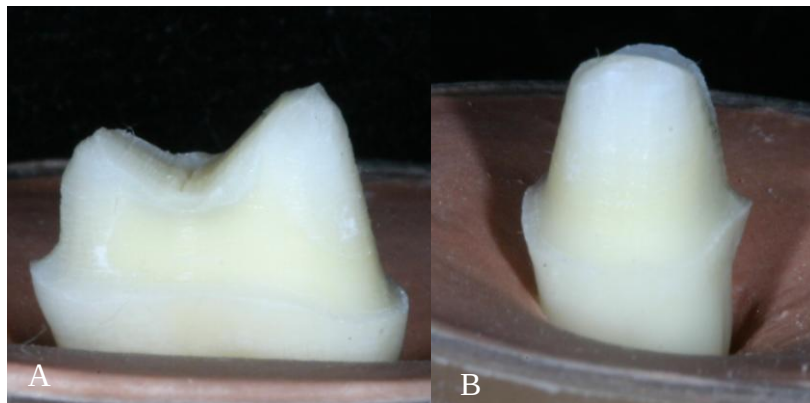


Figura 4 – Dente preparado pronto para receber os procedimentos de moldagem: (a) vista mesial e (b) vista vestibular.

4.5 Moldagens e obtenção dos troquéis

Foram obtidas moldagens de cada elemento utilizando-se moldeiras individuais confeccionadas a partir de tubos de PVC, iguais aos utilizados na fixação dos dentes e tendo uma de suas extremidades fechadas com cera utilidade (Epoxiglass, Epoxiglass Ind. e Com. de Produtos Químicos Ltda, Brasil), a fim de evitar o extravazamento do material de moldagem. As moldagens foram realizadas com silicone de condensação (Zetaplus/Oranwash, Zhermack SpA, Itália), seguindo-se rigorosamente as recomendações do fabricante, pela técnica da dupla moldagem.

Após trinta minutos da moldagem, o modelo foi vertido com gesso tipo IV (Vel-Mix, Kerr, EUA). Para cada dente, foi obtido um troquel. Os troquéis obtidos foram rigorosamente inspecionados com lupa de aumento de quatro vezes e luz artificial; aqueles que apresentavam bolhas ou distorções eram considerados inadequados, e novas moldagens eram obtidas, bem como novos troquéis.

4.6 Confeção e adaptação das coroas totais

Foram confeccionadas 46 coroas totais metal-free In-Ceram[®] Alumina (Vita In-ceram, Vitadigjver, Alemanha) e 69 coroas totais metalocerâmicas a base de níquel-cromo (Verabond II, AALBA Dent Inc., California, EUA), seguindo-se as recomendações dos fabricantes.

Após a confecção das coroas, as mesmas passaram por ajustes internos em laboratório com a finalidade de se adaptarem aos respectivos troquéis. Após a adaptação das coroas com lupa (Bio-Art, Equipamentos Odontológicos, Brasil), de aumento de quatro vezes, foram realizados os procedimentos de cimentação das peças protéticas (Figura 5 e 6).



Figura 5 – Coroas metalocerâmicas adaptadas sobre os dentes, previamente à cimentação: (a) vista mesial e (b) vista vestibular.

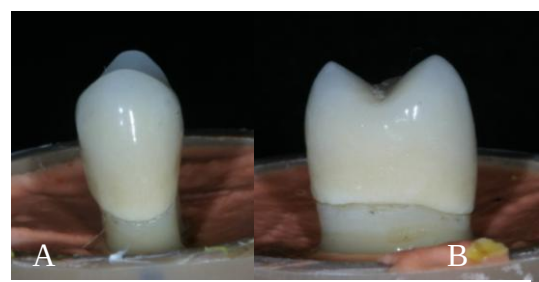


Figura 6 – Coroas metal-free adaptadas sobre os dentes previamente à cimentação: (a) vista vestibular e (b) vista mesial.

4.7 Cimentação das coroas

Previamente a cimentação, todos os dentes foram limpos com pedra pomes de granulação fina e as coroas receberam jateamento interno com partículas de óxido de alumínio 50 μ m (Polidental, Brasil). As características específicas dos cimentos utilizados estão dispostas na Figura 7.

Uma fina película de agente cimentante foi colocado no interior da coroa, com auxílio de pincel pêlo de marta número 00 (Tigre do Brasil), cobrindo todas as paredes axiais. Na seqüência, todos os elementos foram posicionados sobre os respectivos preparos com pressão digital durante 1 minuto, sendo então aplicada uma carga estática de 5Kg, com um dispositivo especial, por dez minutos (ROSSETI 2008). Decorrido esse tempo, o excesso de cimento foi removido com o auxílio de sonda exploradora nº 5. Para a cimentação, as instruções dos respectivos fabricantes foram rigorosamente seguidas. Após a cimentação, os espécimes foram armazenados em ambiente úmido com soro fisiológico, até que fosse processada a termociclagem.

4.8 Ciclagem térmica

A remoção dos dentes foi realizada antes da termociclagem. Os cilindros de gesso foram removidos do interior do tubo de PVC com pressão digital e o gesso quebrado com martelo pneumático.

Os corpos de prova foram submetidos a ciclagem térmica nas temperaturas de 5°C no teste de resfriamento e 55°C no teste de aquecimento, permanecendo durante 1 minuto em cada temperatura, com o total de 700 ciclos (CAMPOS *et al.*, 1999; JAQUES *et al.*, 2003). Esse procedimento simula o envelhecimento dos materiais, devido às diferenças entre os coeficientes de expansão térmica da estrutura dental e dos materiais, gerando tensões na interface dente-prótese, o que provavelmente também ocorre no meio bucal ao longo dos anos.

Esta fase do trabalho foi realizada no Departamento de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Cimentos	Nomes Comerciais	Fabricantes	Descrições¹	Composição química¹
Fosfato de Zinco	Fosfato de Zinco	S.S.White Artigos Dentários Ltda. Rio de Janeiro – RJ Brasil	O cimento é composto por pó e líquido. Apresenta tempo de presa de 1 minuto e 30 segundos. Presa: autopolimerização em cerca de 4 minutos.	1 - Pó: óxido de Zinco, óxido de magnésio e corantes. 2-líquido: ácido fosfórico, hidróxido de alumínio, óxido de Zinco e água destilada.
Cimento de Ionômero de Vidro Modificado por Resina	RelyX™ Luting 2	3M ESPE AG Dental Products Seefeld - Alemanha	Cimento de vedação de ionômero de vidro radiopaco, liberador de flúor, de presa autopolimerizável, modificado por resina.	Composição: Pasta A: 1 - Carga Silano Tratado (70 – 80%) 2 - Metacrilato de 2-Hidroxieta (5 – 10%) 3 - Silica Tratada Com Silício (1-3%) 4 – Água Pasta B: 1 - Cerâmica tratada com silício (30 – 40%) 2 - Copolímero do ácido acrílico E (30 – 40%) 3 - Itacônico Metacrilato de 2-Hidroxieta (10 – 20%) 4 - Persulfato de Potássio (1 – 5%) 5 - Dihidrogênioortofosfato de Potássio (1 – 5%) 6 - BISMETACRILATO DE (1-METILETILIDENO) (1 – 5%)
Cimento Resinoso	RelyX U100	3M ESPE AG Dental Products Seefeld - Alemanha	Cimento de resina auto-adesivo e de dupla polimerização. Não é necessário aplicação de adesivo, nem ataque ácido da estrutura dentária. O cimento está disponível em várias cores.	Contém metacrilatos bifuncionais. A proporção de partículas inorgânicas é de cerca de 70% em peso; o tamanho da partícula (D90%) é de cerca de 12,5µm. A proporção de mistura em termos de volume é de 1:1 de pasta base e pasta catalisadora.

¹- De acordo com bula do fabricante dos cimentos.

Figura 7 – Cimentos utilizados para cimentação das coroas totais.

4.9 Análise da microinfiltração marginal

Após a ciclagem térmica, as raízes dos espécimes foram cobertas com duas camadas de esmalte para unhas (Figura 8) (Risqué, Niasi Ind e Com de Cosméticos Ltda., Brasil), até 2mm da linha de terminação, vedando a penetração de corante nessas superfícies. Os ápices foram vedados com aplicação de duas camadas de metil metacrilato (Super Bonder, Henkel Ltda., SP) (PIWOWARCZYK *et al.*, 2003).



Figura 8 – Raízes impermeabilizadas com esmalte para unhas.

O corante utilizado foi a solução aquosa com fuccina básica a 0,5%, preparada no laboratório de Tecnologia Farmacêutica da UFMS. Os dentes foram mantidos imersos nessa solução durante 24 horas, sob temperatura de 37°C (YLMAZ *et al.*, 2004).

Após o período de imersão no corante, os espécimes foram lavados em água corrente por 10 minutos, para na sequência, serem seccionados de maneira a separar coroa e raiz (Figura 9), com o auxílio de discos de carborundum e peça reta de mão. Dessa maneira, a coroa foi posicionada sobre uma placa acrílica (Figura 10) com cera pegajosa (Cera pegajosa em bastão, ASFER Ind. Química, Brasil), a fim possibilitar o corte no sentido mesio-distal, em uma máquina de cortes seriados

(Figura 11). O corte foi executado em uma serra Isomet (Buehler Ltda, EUA) de baixa rotação, com irrigação abundante e disco diamantado próprio para a máquina (Diamond Blade, UKAM Industrial Superhard Tools, EUA), de maneira que foram obtidas duas partes, uma vestibular e outra lingual (Figura 12). Esta fase foi realizada no laboratório de pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS).



Figura 9 – Dentes cortados, mantendo uma base plana para inserção dos mesmos em placa acrílica.



Figura 10 – Dente preso em placa acrílica para corte mesio-distal.

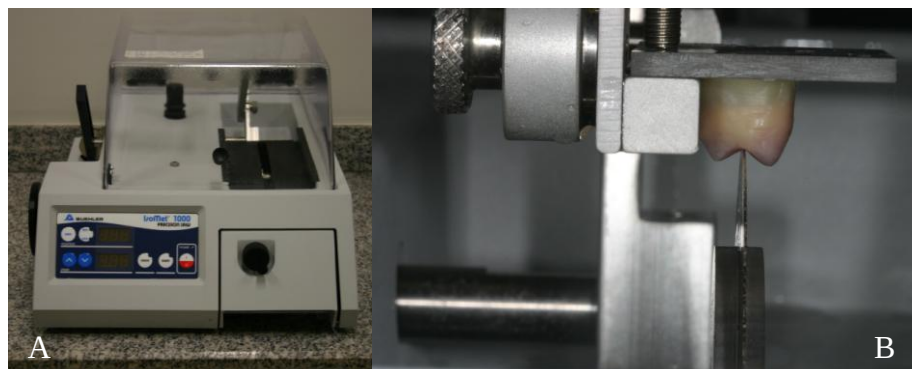


Figura 11 – Máquina Isomet 1000 (Buehler Ltda., EUA): (a) vista panorâmica; (b) coroa posicionada para o corte.

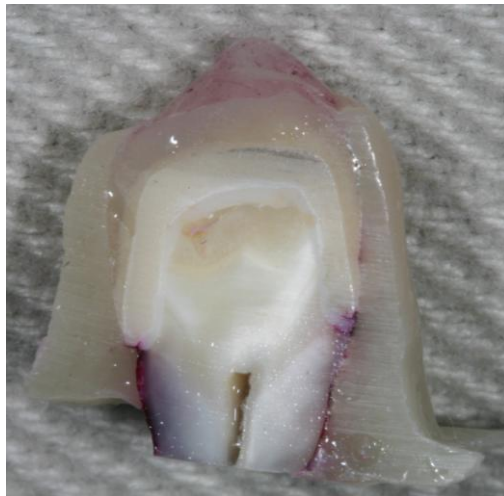


Figura 12 – Porção vestibular do dente cortado.

Após os cortes, os espécimes foram colocados em recipiente com soro fisiológico e levadas ao ultra-som por aproximadamente 5 minutos, para remoção de possíveis resíduos (ROSSETI *et al.*, 2008).

A leitura da microinfiltração foi feita seguindo a metodologia utilizada nos trabalhos de Jaques *et al.* (2003) e Toman *et al.* (2007). Um único avaliador, com auxílio de microscópio esterioscópico com luz lateral e aumento de 40 vezes, avaliou a linha de cimentação. A profundidade de penetração do corante foi determinado conforme os escores (Figura 13) referentes ao nível de microinfiltração presente ou não nos corpos de prova (Figuras 14 a 18).

Previamente à avaliação, foi realizada a calibração intra-examinador ($Kappa=0,88$), considerado satisfatório para a realização das análises (COHEN, 1960).

GRAU DE MICROINFILTRAÇÃO	
0	Sem microinfiltração.
1	Microinfiltração em até 1/3 da linha de terminação.
2	Microinfiltração em até 2/3 da linha de terminação.
3	Microinfiltração em até 1/3 da parede axial.
4	Microinfiltração em até 2/3 da parede axial.

Figura 13 – Escores para a avaliação de microinfiltração dos espécimes.

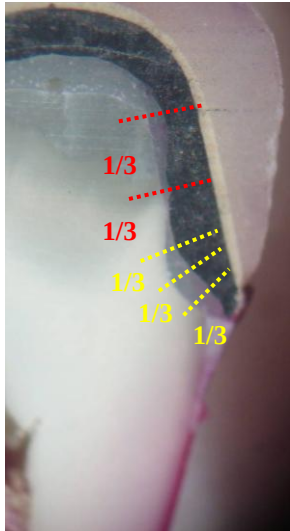


Figura 14 – Espécime sem microinfiltração.

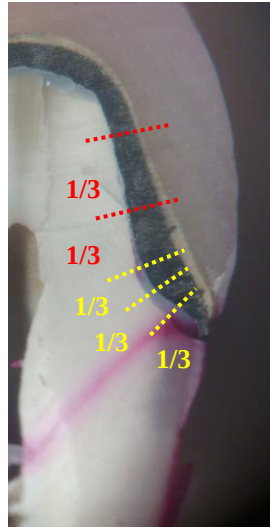


Figura 15 – Espécime com microinfiltração grau 1.

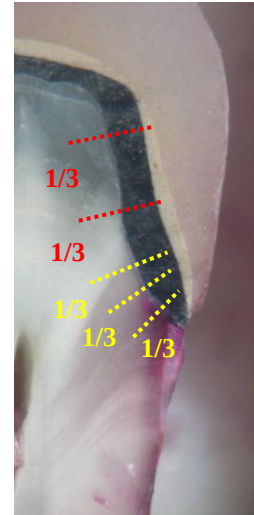


Figura 16 - Espécime com microinfiltração grau 2.

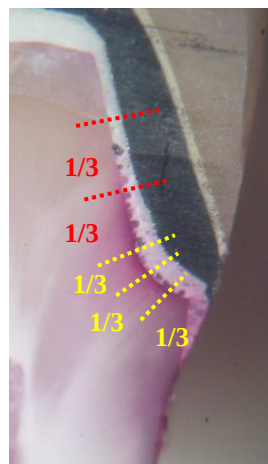


Figura 17 – Espécime com microinfiltração grau 3.

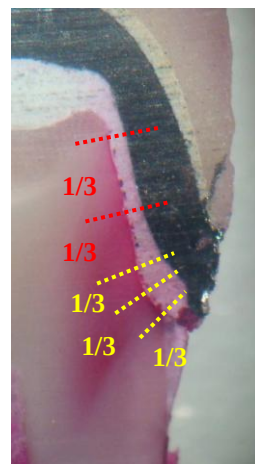


Figura 18 – Espécime com microinfiltração grau 4.

4.10 Avaliação da estrutura dos cimentos em MEV

A superfície das linhas de cimentação foi analisada através de Microscopia Eletrônica de Varredura, no microscópio JSM-6380LV (JEOL Ltda., EUA). Três espécimes de cada grupo foram posicionados em placas de metal específicas (Figura 19 e 20); em seguida, foram colocadas no evaporador Denton Vacuum LLC (Denton Vacuum LLC, China) para o banho de ouro. As linhas de cimentação foram

observadas nos aumentos de 250 e 3.000 vezes. Como no interior do microscópio não é possível a rotação completa do espécime, foi eleita a seção da linha de cimentação correspondente às faces mesiais dos espécimes para a realização das análises.



Figura 19 – Espécimes posicionados para receber o banho de ouro.



Figura 20 – Espécimes após o banho de ouro.

4.11 Análise estatística¹

A comparação entre os três cimentos odontológicos, tanto no grupo 1 (coroas totais metálicas) como no grupo 2 (coroas totais metal-free), em relação à microinfiltração, foi realizada por meio do teste de ANOVA e Kruskal-Wallis, seguidos, respectivamente, pelos pós-testes de t-student e Dunn. Foi utilizado o *Software* SigmaStat, versão 2.0, e nível de significância de 5%.

¹Shott S. Statistics for health professionals. London: W.B. Saunders Company, 1990.

5 RESULTADOS

5.1 Análise da microinfiltração

Os resultados referentes à microinfiltração, de acordo com os materiais utilizados para a confecção das coroas e os cimentos empregados para a cimentação das peças protéticas são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Média $\pm$ desvio-padrão dos escores de microinfiltração, de acordo com os tipos de próteses e cimentos utilizados. (n=100)

Próteses	Cimentos	Microinfiltração	p
Metalocerâmicas	Fosfato de zinco (SS White) (n=20)	3,59 $\pm$ 0,35 ^b	< 0,001
	Cimento ionomérico modificado por resina (RelyX Luting2, 3M) (n=20)	1,61 $\pm$ 0,47 ^a	
	Cimento resinoso (RelyX U100, 3M) (n=20)	1,43 $\pm$ 0,53 ^a	
Metal-free	Cimento ionomérico modificado por resina (RelyX Luting2, 3M) (n=20)	1,43 $\pm$ 0,54 ^a	0,456
	Cimento resinoso (RelyX U100, 3M) (n=20)	1,55 $\pm$ 0,51 ^a	

- Grupo metalocerâmicas: Teste de ANOVA de uma via. Grupos metal-free: teste *t-student*. Pós-teste de Tukey. Nível de significância 5%. Letras iguais indicam diferença não significativa entre as médias.

A análise da Tabela 1 revela que houve diferença significativa entre os grupos experimentais das próteses do tipo metalocerâmicas, em relação aos escores de microinfiltração ($p < 0,001$), sendo que o escore médio no grupo fosfato de zinco foi significativamente maior que nos grupos dos cimentos ionomérico e resinoso (pós-teste de Tukey, $p < 0,05$). Em relação aos grupos das coroas metal-free, não houve diferença significativa entre o cimento ionomérico e o cimento resinoso (teste *t-student*, $p = 0,456$). Esses resultados são ilustrados nas Figuras 21 e 22.

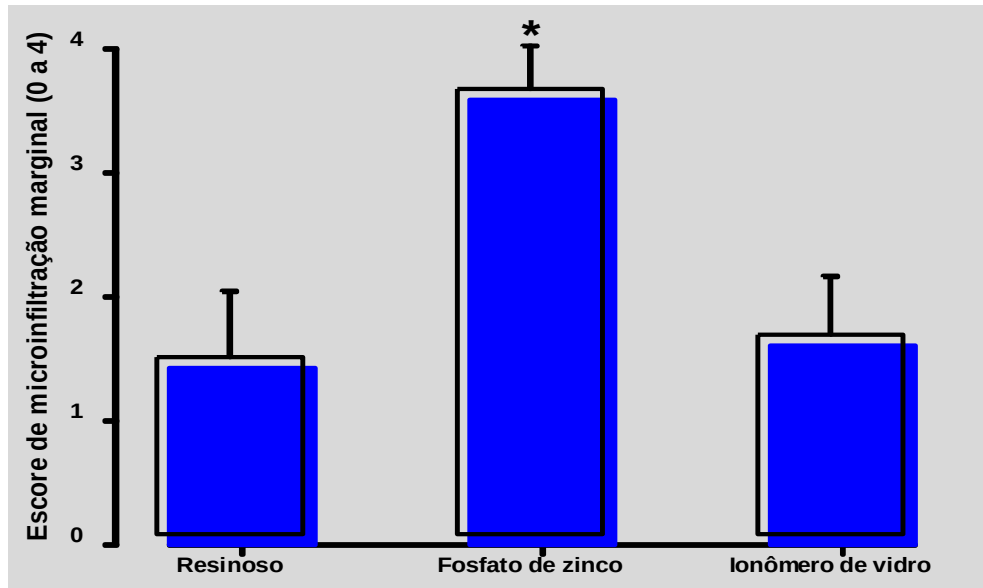


Figura 21 – Média $\pm$ DP de microinfiltração dos cimentos utilizados na cimentação das coroas metalocerâmicas. *Diferença significativa em relação aos grupos tratados com cimento ionomérico modificado por resina (RelyX Luting2, 3M) e cimento resinoso (RelyX U100, 3M) (Teste de ANOVA de uma via, $p < 0,001$, pós-teste de Tukey).

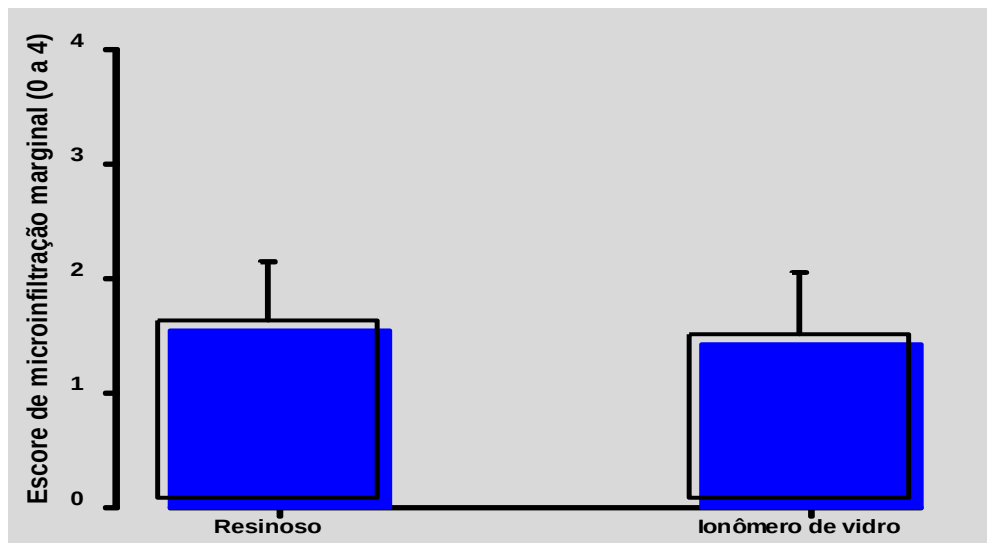


Figura 22 – Média $\pm$ DP de microinfiltração dos cimentos utilizados na cimentação das coroas metal-free (RelyX Luting2 e RelyX U100) (Teste *t student*, $p > 0,05$).

Os dados da análise da microinfiltração são categorizados como qualitativos ordinais (escores), o que possibilita o cálculo de outra medida de tendência central, a Mediana, a fim de melhor visualizar a distribuição dos valores. Os resultados são mostrados na Tabela 2 e Figuras 23 e 24.

Tabela 2 – Mediana dos escores de microinfiltração de acordo com o tipos de prótese e cimentos utilizados. (n=100)

Próteses	Cimentos	Mediana	Mínimo	Máximo	P
Metalocerâmicas	Fosfato de zinco (SS White) (n=20)	3,75 ^b	3	4	<0,001
	Cimento ionomérico modificado por resina (RelyX Luting2, 3M) (n=20)	1,75 ^a	1	3	
	Cimento resinoso (RelyX U100, 3M) (n=20)	1,50 ^a	0	3	
Metal-free	Cimento ionomérico modificado por resina (RelyX Luting2, 3M) (n=20)	1,50 ^a	0,5	3	0,755
	Cimento resinoso (RelyX U100, 3M) (n=20)	1,25 ^a	1	2,5	

Letras diferentes indicam diferença significativa entre as medianas (pós-teste de Dunn, $p < 0,05$).

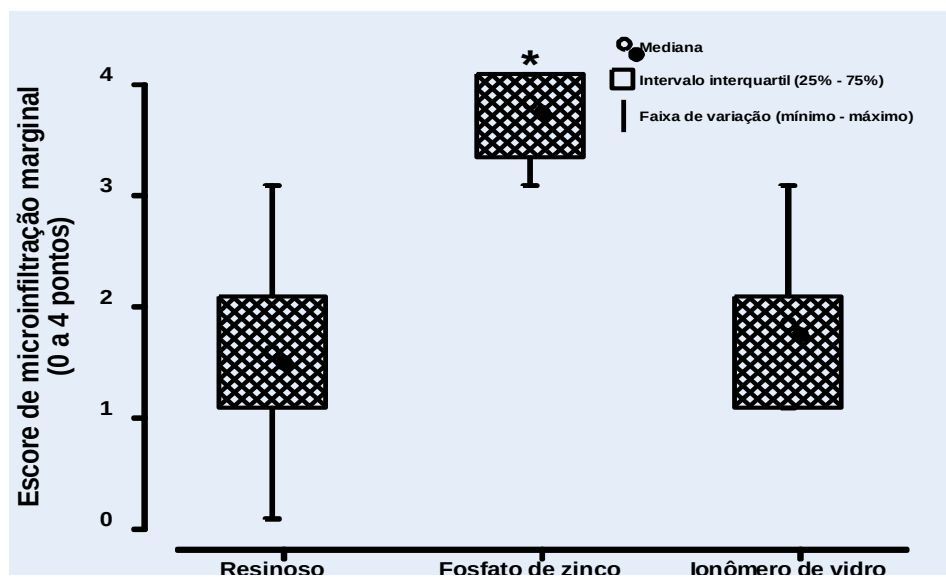


Figura 23 – Distribuição dos escores de microinfiltração dos cimentos utilizados na cimentação das próteses metalocerâmicas. *Diferença significativa em relação aos grupos tratados com cimento ionomérico modificado por resina (RelyX Luting2, 3M) e cimento resinoso (RelyX U100, 3M) (Teste de Kruskal-Wallis, $p < 0,001$, pós-teste de Dunn, $p < 0,05$).

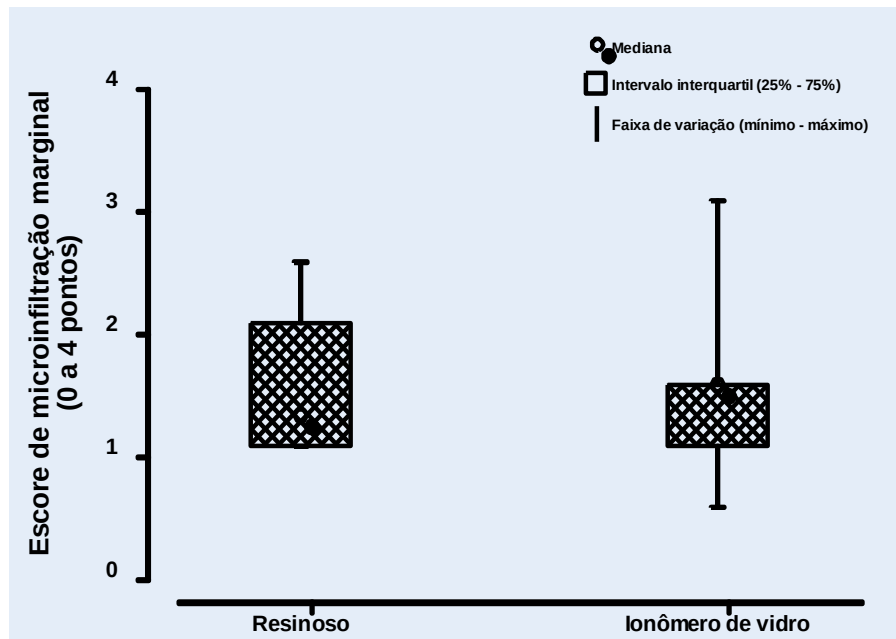


Figura 24 - Distribuição dos escores de microinfiltração dos cimentos utilizados na cimentação das próteses metal-free (RelyX Luting2, 3M e cimento resinoso RelyX U100, 3M) (Teste de Kruskal-Wallis, $p < 0,001$, pós-teste de Dunn, $p < 0,05$).

5.2 Análise da superfície

As linhas de cimentação foram analisadas, inicialmente, no aumento de 250 vezes, uma vez que nessa amplitude, é possível observar a superfície do cimento e as interfaces dente-cimento e cimento-coroa em uma única imagem (YLMAZ *et al.* 2004; TOMAN *et al.*, 2007). Nesse aumento, já foi possível verificar a qualidade da superfície e a presença de bolhas ou poros. A presença de microtrincas somente pode ser observada no aumento de 3.000 vezes. As Figuras 25 e 26 mostram a superfície do cimento de fosfato de zinco; as Figuras 27 a 30 apontam a superfície do cimento de ionômero de vidro modificado por resina em coroas metalocerâmicas e metal-free.

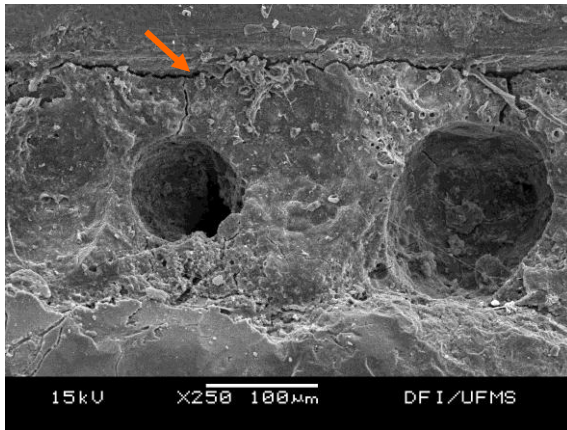


Figura 25 – Eletromicrografia do fosfato de zinco utilizado na cimentação de coroa metalocerâmica (aumento de 250x). A seta indica a presença de uma fenda na interface dente/cimento. Observar a presença de poros no centro da imagem e trincas distribuídas em diversos espaços.

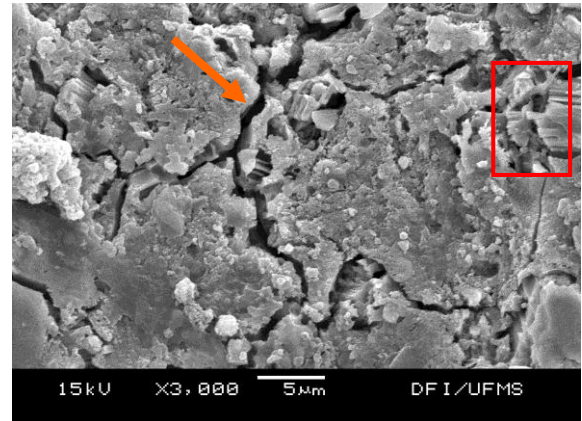


Figura 26 – Eletromicrografia do fosfato de zinco utilizado na cimentação de coroa metalocerâmica (aumento de 3.000x). A seta mostra uma microtrinca. A área demarcada evidencia os cristais do cimento.

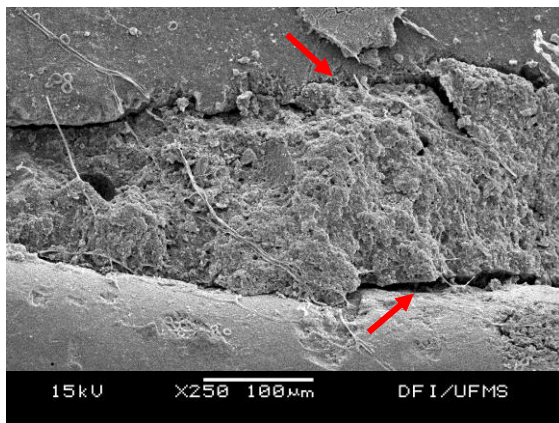


Figura 27 – Eletromicrografia do cimento de ionômero de vidro modificado por resina utilizado na cimentação de coroa metalocerâmica (aumento de 250 vezes). As setas indicam a presença de fendas nas interfaces dente/cimento e cimento/coróa.

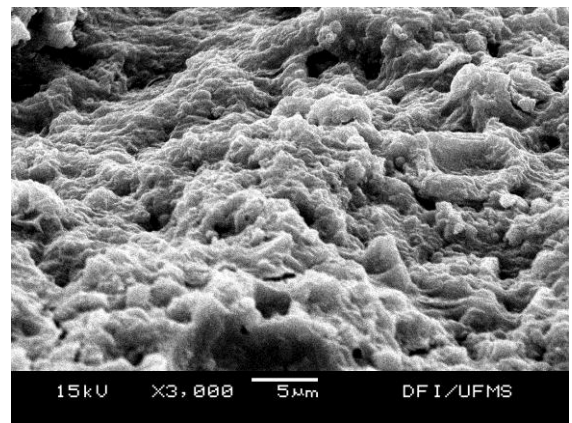


Figura 28 – Eletromicrografia do cimento de ionômero de vidro modificado por resina utilizado na cimentação de coroa metalocerâmica (aumento de 3.000 vezes).

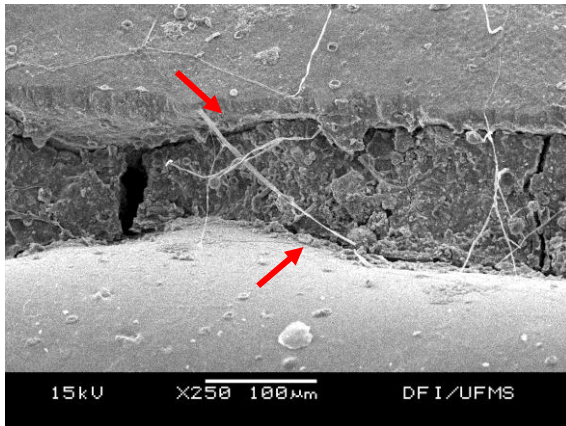


Figura 29 – Eletromicrografia do cimento de ionômero de vidro modificado por resina utilizado na cimentação de coroa metal-free (aumento de 250 vezes).

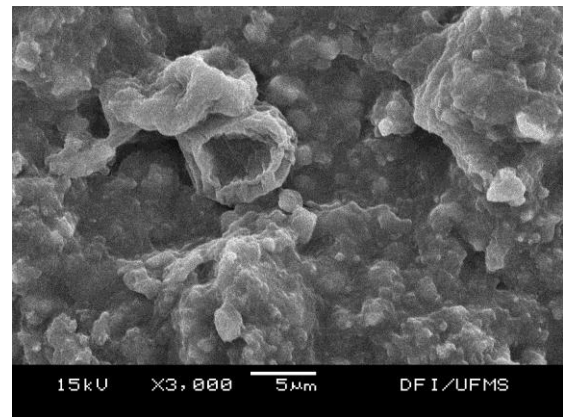


Figura 30 – Eletromicrografia do cimento de ionômero de vidro modificado por resina utilizado na cimentação de coroa metal-free (aumento de 3.000 vezes).

A análise da superfície da linha de cimentação do cimento de fosfato de zinco mostra a presença de fenda contínua nas interfaces dente-cimento e cimento-coroa. Na interface dente-cimento, a fenda é mais evidente, provavelmente pela presença de excesso de material na interface cimento-coroa. Verificou-se também a presença de poros profundos ao longo da linha de cimentação, com diâmetros em torno de 100µm (observar o tamanho da barra e o diâmetro dos poros). Trincas estão distribuídas ao longo da linha de cimentação (Figura 25). No aumento de 3.000 vezes (Figura 26), nota-se a presença de microtrincas distribuídas regularmente em toda a superfície do cimento, além de cristais do cimento.

A superfície da linha de cimentação do cimento de ionômero de vidro modificado por resina também revelou fendas nas interfaces dente-cimento e cimento-coroa; porém, a presença de poros não foi regular e de diâmetros significativos quando comparados aos poros evidenciados na superfície do cimento de fosfato de zinco. Não foi observada presença de trincas (Figura 27). No aumento de 3.000 vezes, nota-se que a superfície é homogênea, com ausência de microtrincas (Figura 28). Na cimentação de coroas metal-free (Figuras 29 e 30), o cimento de ionômero de vidro modificado por resina verificou-se a presença de fendas nas interfaces avaliadas, seguindo o mesmo padrão das encontradas nas coroas metalocerâmicas. No aumento de 3.000 vezes, notou-se novamente a superfície homogênea e sem presença de trincas ou rachaduras.

As Figuras 31 a 34 mostram a linha de cimentação do cimento resinoso empregado na cimentação de coroas metalocerâmicas e coroas metal-free.

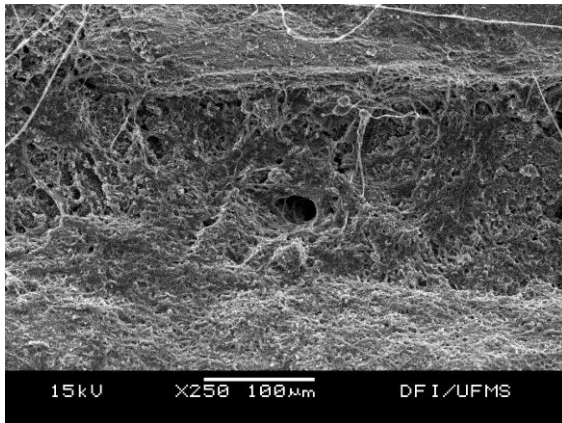


Figura 31 – Eletromicrografia do cimento resinoso empregado na cimentação de coroa metalocerâmica (aumento de 250 vezes).

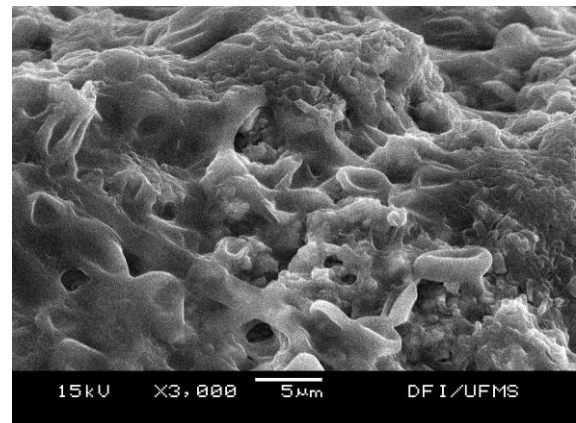


Figura 32 – Eletromicrografia do cimento resinoso empregado na cimentação de coroa metalocerâmica (aumento de 3.000 vezes).

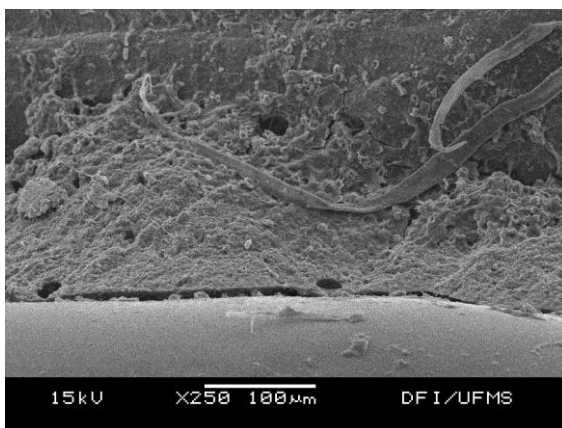


Figura 33 – Eletromicrografia do cimento resinoso empregado na cimentação de coroa metal-free (aumento de 250 vezes).

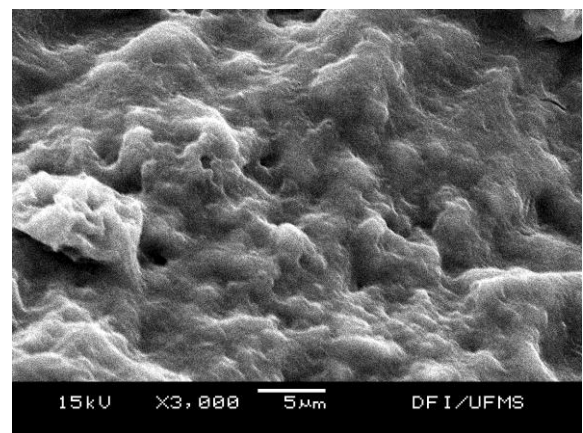


Figura 34 – Eletromicrografia do cimento resinoso empregado na cimentação de coroa metal-free (aumento de 3.000

Analisando a superfície do cimento resinoso empregado na cimentação de coroa metalocerâmica, observa-se imagem sugestiva de uma fenda discreta na interface dente-cimento, ainda que haja excesso de material no local; na interface cimento-coroa, não foi constatada a presença de fenda. Discretos poros foram notados; a superfície revelou-se homogênea (Figura 31). No aumento de 3.000

vezes, verifica-se ausência de microtrincas e grânulos dispersos (Figura 32). Na cimentação de coroas metal-*free* (Figuras 33 e 34), o cimento resinoso se mostrou com as mesmas características nas coroas metalocerâmicas.

6 DISCUSSÃO

Estudos sobre microinfiltração, publicados principalmente a partir da década de setenta, têm sido uma constante na literatura. Um dos fatores que justificam esse fato é a inovação e melhora de materiais já utilizados, além de lançamentos de novos produtos no mercado. Do ponto de vista metodológico, as investigações apresentam diferentes possibilidades de se avaliar o fenômeno.

Em nosso estudo, a amostra (n=115) foi dividida em cinco grupos, cada grupo com 23 dentes, todos hígidos. Optou-se pela utilização de dentes hígidos a fim de padronizar a amostra, uma vez que materiais de preenchimento utilizados para reconstruir dentes seriamente destruídos podem influenciar na microinfiltração dos cimentos (YESIL *et al.*, 2007). A localização do preparo em esmalte colaborou com esta padronização, tendo em vista os trabalhos de Piwowarczyc *et al.* (2003) e Toman *et al.* (2007), que demonstram haver menor microinfiltração quando a linha de terminação está localizada em esmalte, ou seja, se a linha de terminação estiver indefinida quanto a sua localização, pode se tornar um fator de diferenciação nos resultados.

Dos 23 dentes de cada grupo, 20 foram destinados à avaliação da microinfiltração e três para análise da superfície da linha de cimentação. Avaliamos a microinfiltração em três cimentos empregados na cimentação de prótese fixa: o fosfato de zinco, consagrado e bastante difundido clinicamente; o cimento de ionômero de vidro modificado por resina, material resultante da busca de propriedades melhores do cimento de ionômero de vidro convencional; e o cimento resinoso, o mais recente material indicado para cimentação. Exceto o fosfato de zinco, que foi utilizado na cimentação de coroas metalocerâmicas, os outros dois cimentos foram analisados na cimentação de coroas metalocerâmicas e coroas livres de metal. Estudo com delineamento semelhante foi desenvolvido por Yilmaz *et al.*, em 2004.

Previamente aos testes de microinfiltração, os espécimes foram submetidos à ciclagem térmica, método empregado para provocar o envelhecimento artificial do material (WHITE *et al.*, 1994b). No processo, a temperatura variou de 5° a 55°C, com 700 ciclos completos, semelhante aos estudos de Campos *et al.* (1999) e Jaques *et al.* (2003). Não há uma padronização da quantidade de ciclos indicados no processo

de ciclagem térmica; a literatura nos mostrou variações de 100 a 5.000 ciclos. Nossa opção por 700 ciclos foi embasada no apoio dos trabalhos supracitados e na recomendação do Prof. Igor Stuart, do Departamento de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, local onde foi realizada a ciclagem térmica. O corante empregado foi a fucsina 0,5% (YLMAZ *et al.*, 2004; ULUDAG *et al.*, 2009). Outros ensaios utilizaram o azul de metileno ou nitrato de prata, entre outros. A diferença entre os corantes está no peso molecular, o que possibilita diferenças na capacidade de penetração. Porém, todos esses corantes mantêm-se indicados nas avaliações sobre microinfiltração, uma vez que as características físicas dos cimentos odontológicos permitem a difusão dessas substâncias para o interior do cimento.

Quanto à extensão, dois métodos são encontrados para avaliar a capacidade de penetração de um corante no interior da massa do cimento: a medição em micrômetro, conforme empregado nos estudos de White *et al.* (1994a), White *et al.* (1994b), Piwowarczyc *et al.* (2003), e Ylmaz *et al.* (2004); e a avaliação por escores, como vistos nos estudos de Campos *et al.* (1999), Jaques *et al.* (2003), Yesil *et al.* (2007), Toman *et al.* (2007), Rosseti *et al.* (2008) e Medić *et al.* (2010). Optamos por essa segunda possibilidade, visto que estudos mais recentes a utilizaram. A leitura em escores foi padronizada de acordo com os estudos de Toman *et al.* (2007), Yesil *et al.* (2007) e Rosseti *et al.* (2008).

Os resultados revelaram que os três tipos de cimentos apresentaram certo grau de microinfiltração, com variações entre eles. Isso reforça as citações de Anusavice (1998) e Craig (2004), que afirmaram que os agentes cimentantes podem apresentar algum grau de microinfiltração, e que a variação dessa propriedade depende das características dos materiais.

Entre os cimentos testados, quando empregados na cimentação de coroas metalocerâmicas, observou-se que o cimento de fosfato de zinco apresentou maior grau de microinfiltração ($3,59 \pm 0,35$), quando comparado ao CIV modificado por resina ($1,61 \pm 0,47$) e cimento resinoso ($1,43 \pm 0,53$), mostrando diferença significativa ($p < 0,001$) entre o primeiro e os demais cimentos (Tabela 1). Resultados semelhantes foram observados nos trabalhos de White *et al.* (1994b), White *et al.* (1995), Ylmaz *et al.* (2004) e Rosseti *et al.* (2008). O fato de que o fosfato foi o cimento que menos inibiu a microinfiltração corrobora com os estudos de White *et al.* (1994a), White *et al.* (1994b), White *et al.* (1995), Campos *et al.* (1999), Pywowarczyc

et al. (2003), Yesil *et al.* (2007) e Rosseti *et al.* (2008). Ainda, esse resultado era esperado, visto as avaliações anteriores sobre microinfiltração e fosfato de zinco, nos quais o grau de infiltração é atribuído às características do fosfato referentes à alta solubilidade em meio bucal. A superioridade do cimento resinoso e do CIV modificado por resina, sobre o fosfato de zinco, também foi verificada por White *et al.* (1994a) e White *et al.* (1994b), respectivamente. Medić *et al.* (2010) também verificou melhor desempenho do cimento resinoso sobre o CIV e o cimento de fosfato de zinco.

O CIV modificado por resina e o cimento resinoso não apresentaram diferenças significantes entre si, tanto quando empregados na cimentação de coroas metalocerâmicas (médias de $1,61 \pm 0,47$ e $1,43 \pm 0,53$, respectivamente), quanto coroas metal-free (médias de $1,43 \pm 0,54$ e $1,55 \pm 0,51$, respectivamente, $p=0,456$) (Tabela 1, Figuras 21 e 22). O grau de microinfiltração do CIV modificado por resina também foi semelhante ao cimento resinoso, e ambos, superiores ao fosfato de zinco, na avaliação de White *et al.*, (1995). No ensaio de Campos *et al.*, (1999), onde foi comparado um cimento resinoso com o fosfato de zinco, os resultados foram equivalentes aos apresentados em nosso estudo. Naquele, não foi observada microinfiltração nos espécimes cimentados com cimento resinoso; ao contrário dos espécimes cimentados com fosfato de zinco, nos quais foi observada microinfiltração atingindo dentina e polpa.

A literatura mostra resultados expressos em micrômetros ou média de escores. Porém, tendo em vista que optamos pela avaliação por escores, ou seja, dados qualitativos ordinais, a estatística permite o cálculo da mediana. A Tabela 2 mostra que a mediana dos valores para o cimento de fosfato de zinco (3,75) está próximo ao valor máximo da escala de escores, ao contrário da mediana dos valores do CIV modificado por resina e do cimento resinoso (1,75 e 1,50, respectivamente); podemos inferir que em termos de microinfiltração, o fosfato de zinco apresenta desempenho oposto aos demais materiais testados ($p<0,001$). Em relação às coroas livres de metal, também a mediana dos valores mostra que o cimento resinoso e CIV modificado por resina apresentaram grau semelhante de microinfiltração, sem diferença significativa entre ambos ($p=0,755$). Esses resultados são ainda melhor visualizados nas Figuras 23 e 24.

Em nosso estudo, não realizamos comparações cruzadas entre os cimentos e o tipo de próteses, metalocerâmicas ou metal-free. Esse delineamento foi

estabelecido em função de que não é o resultado de microinfiltração, ou seja, a capacidade de selamento do material, que irá determinar a escolha pelo tipo de prótese. Jaques *et al.*, em 2003, reforçaram esse aspecto ao concluírem que o tipo de material utilizado para confecção das infra-estruturas de próteses fixas unitárias não leva à diferenças na microinfiltração dos cimentos odontológicos.

O resultado mais favorável ao cimento resinoso foi observado em todos os estudos que avaliaram a microinfiltração, comparando-os, seja com fosfato de zinco, seja com CIV convencional ou CIV modificado por resina. Importante observar que no estudo de Piwowarczyc *et al.* (2003), o cimento resinoso RelyX Unicem, autoadesivo de passo único, mostrou desempenho superior aos outros cimentos resinosos, ao CIV modificado por resina, ao CIV convencional e ao cimento de fosfato de zinco. Mesma situação foi observada por Quintas *et al.* (2004) e Shenke *et al.* (2008). Isso equivale a afirmar que entre os cimentos disponíveis para cimentação de peças protéticas, o cimento resinoso é o que permite menor grau de infiltração.

A diferença entre os cimentos quanto à qualidade de selamento foi atribuída à capacidade de adesão às estruturas dentinárias e baixa solubilidade (OGUNYINKA, 1998; CRAIG, 2004; TRANJTENBERG *et al.*, 2008), fatores que levam a um menor grau de microinfiltração dos cimentos dos ionômero de vidro modificado por resina e cimentos resinosos, quando estes foram comparados ao cimento de fosfato de zinco, que não possui interação química com os tecidos mineralizados (MURAKAMI *et al.*, 1990; PEGORARO, 2004).

Embora os cimentos de ionômero de vidro modificado por resina e cimento resinoso tenham apresentado melhores resultados neste estudo, trabalhos mostram que o fosfato de zinco têm sido utilizado durante os anos, e que próteses fixas cimentadas com este agente podem permanecer em função durante 20 anos (MURAKAMI *et al.*, 1990; CAMPOS *et al.*, 1999).

O comportamento dos três cimentos avaliados em relação à microinfiltração pode ter relação direta com a qualidade da superfície desses materiais *in loco*, ou seja, na linha de cimentação, após serem submetidos ao processo de envelhecimento artificial. A fim de verificar essa possibilidade, realizamos análise qualitativa, em MEV, da superfície desses cimentos.

Iniciamos essa análise no aumento de 250 vezes, que ofereceu em uma mesma imagem, o cimento e as interfaces dente-cimento e cimento-coroa protética.

A eletromicrografia do cimento de fosfato de zinco mostrou a presença de poros de diâmetro significativo, trincas distribuídas regularmente ao longo da linha de cimentação e a presença de fenda na interface dente-cimento (Figura 25). No aumento de 3.000 vezes (Figura 26), pode-se verificar a presença de microtrincas também distribuídas regularmente por toda a superfície do cimento. A presença de poros e trincas pode influenciar na adesão do cimento à estrutura (SERVAIS *et al.*, 1971; CARTZ *et al.*, 1972), além de servir de nicho para o crescimento de culturas bacterianas (MURAKAMI *et al.*, 1990).

O CIV modificado por resina também não apresentou adesão satisfatória às estruturas, uma vez que observamos a presença de fendas entre as interfaces (Figura 27). A análise da imagem sugere que essas fendas não são regulares, como observado com o cimento de fosfato de zinco. Isso pode ser explicado pelo fato de que em alguns espaços, notou-se desgaste do material, que pode ter sido provocado pelo processo de envelhecimento artificial. Trincas estavam presentes de forma dispersa, muito mais ligada às fendas, sugerindo continuidade destas, do que de forma isoladas, nas regiões circunscritas da linha de cimentação. Análises semelhantes foram realizadas por Fukazawa *et al.* (1990), que observaram presença de trincas na estrutura dos cimento do CIV modificado por resina Fuji II (GC, Japão). No aumento de 3.000 vezes, a superfície mostrou homogênea, com grânulos dispersos regularmente e ausência de microtrincas, como observado no cimento de fosfato de zinco.

O cimento resinoso mostrou uma superfície altamente homogênea, com escassos poros distribuídos e discreta fenda na interface dente-cimento (Figura 31). No aumento de 3.000 vezes, a superfície apresentou-se homogênea, com ausência microtrincas; as irregularidades parecem ser uma característica do aspecto físico do cimento, visto estarem sempre harmoniosamente unidas, do que defeitos da superfície. Não foram observadas diferenças nas superfícies do CIV modificado por resina na cimentação de metalocerâmicas ou metal-*free*; o mesmo vale para os cimentos resinosos.

Os resultados apresentados em nosso estudo contribuem com os dados da literatura; confirmam que o cimento resinoso oferece menor grau de microinfiltração, quando comparado ao CIV modificado por resina e ao fosfato de zinco. A análise da superfície dos cimentos confirma esses resultados. Essa coerência entre os dados da microinfiltração e a análise da superfície mostra a precisão dos métodos

empregados e a acurácia dos resultados. Obviamente que não é o ponto final da investigação científica; outros estudos devem ser desenvolvidos, não somente no sentido de avaliar a microinfiltração, mas também para possibilitar a melhoria das propriedades dos materiais e, conseqüentemente, contribuir com prognósticos favoráveis nos tratamentos reabilitadores.

7 CONCLUSÕES

Baseados nos resultados e segundo a metodologia deste ensaio, pode-se concluir:

- Entre os três cimentos testados o cimento resinoso e o CIV modificado por resina, apresentaram menor grau de microinfiltração, tanto em coroas metalocerâmicas quanto em coroas metal-*free*; o fosfato de zinco apresentou maior grau de microinfiltração;

- A superfície do cimento resinoso mostrou-se mais homogênea e com melhor adaptação à estrutura dentária quando comparado com os demais cimentos.

REFERÊNCIAS¹

American Dental Association. Council on Dental Materials and Devices. Status report on the glass ionomer cements. J Am Dent Assoc, 1979; 99(2):221-6.

Andrada RC, Franco EB, Francischone CE. Resistência à remoção por tração e infiltração de coroas totais fundidas, cimentadas em dentes naturais reconstruídos com ionômero de vidro. Rev Odontol Univ São Paulo. 1997; 11(3): 181-8.

Anusavice KJ. Materiais Dentários. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2005.

Araújo MAJ, Rode SM, Villela LC, Gonçalves RD. Avaliação qualitativa dos agentes de limpeza na camada da lama dentinária; estudo ultra estrutural em microscopia eletrônica de varredura. Rev Odontol Univ São Paulo 1998; 12(2):99-104.

Berg JH, Pettey DE. Microleakage or three luting agents used with stainless steel crowns. Pediatr Dent. 1988; 10(3):195-8.

Bona AD. Adesão às cerâmicas: evidências científicas para uso clínico. São Paulo: Artes Médicas, 2009.

Brackett WW, Metz JE. Performance of a glass ionomer luting cement over 5 years in a general practice. J Prosthet Dent. 1992; 67(1):59-61.

Campos TN, Mori M, Henmi AT, Saito T. Infiltração marginal de agentes cimentantes em coroas metálicas fundidas. Rev Odontol Univ São Paulo, 1999; 13(4): 357-62.

¹De acordo com o International Comittee of Medical Journal Editors, 1979. (Estilo Vancouver)
Abreviaturas de Periódicos de acordo com Base de Dados MEDLINE.

Cartz L, Servais G, Rossi F. Surface structure of zinc phosphate dental cements. J Dent Res. 1972; 51(6):1668-71.

Cimento de Zinco (Bula do cimento). Responsável técnico: Arnildo Kuwer Neto. Brasil: S.S. White Artigos Dentários Ltda.,2008.

Craig RG, Powers JM. Materiais dentários restauradores.11 ed. Trad. CM Ferreira. São Paulo: Editora Santos, 2004.

Cohen J. A coefficient of agreement for nominal scales. Educ Psychol Meas. 1960;20(1):37–46.

DeWald JP. The use of extracted teeth for *in vitro* bonding: a review of infection control consideration. Dent Mater.1997; 13(2):74-81.

Dunne SM, Goolnik JS, Millar BJ, Seddon RP. Caries inhibition by resin-modified and conventional glass ionomer cement, *in vitro*. J Dent. 1996; 24(1):91-4.

Fukazawa M, Matsuya S, Yamane M. The mechanism for erosion of glass-ionomer cements in organic-acid buffer solutions. J Dent Res. 1990; 69(5):1175-79.

Hallett KB, Garcia-Godoy F. Microleakage of resin-modified glass ionomer cement restoration: an in vitro study. Dent Mater. 1993; 9(1):306-11.

Han L, Okamoto A, Fukushima M, Okiji T. Evaluation of physical properties and surface degradation of self-adhesive resin cements. Dent Mat J. 2007; 26(6):906-14.

Jacobs MS, Windeler AS. An investigation of dental luting cement solubility as a function of the marginal gap. J Prosthet Dent. 1991; 65(3):436-42.

Jacques LB, Ferrari M, Cardoso PEC. Microleakage and resin cement film thickness of luted all-ceramic and gold electroformed porcelain-fused-to-metal crowns. *J Adhes Dent*. 2003; 5(2):145-52.

Junge T, Nicholls JI, Phillips KM, Libman WJ. Load Fatigue of compromised teeth: a comparison of 3 luting cement. *Int J Prosthodont*. 1998; 11(6):558-64.

Kidd EAM. Diagnosis of secondary caries. *J Dent Education*. 2001; 65(10):997-1000.

Kidd EAM, Joyston-Bechal S, Beighton D. Marginal ditching and staining as a predictor of secondary caries around amalgam restorations: a clinical and microbiological study. *J Dent Res*. 1995; 74(5):1206-11.

Knibbs PJ, Walls AWG. A laboratory and clinical evaluation of three dental luting cement. *J Oral Rehabil*. 1989; 16(1):467-73.

Lin J, Shinya A, Gomi H, Shinya A. Bonding of self-adhesive resin cements to enamel using different surface treatments: bond strength and etching pattern evaluation. *Dent Mater J*. 2010; 29(4): 425-32.

Medić V, Obradović-Djuričić K, Dodić S, Petrović R. *In vitro* evaluation of microleakage of various types of dental cements. *Srp Arh Celok Lek*. 2010; 138(3-4): 143-9.

Metz JE, Brackett WW. Performance of a glass ionomer luting cement over 8 years in general practice. *J Prosthet Dent*. 1994:13-5.

Murakami H, Matsuya Y, Matsuya S. Dissolution mechanism of zinc phosphate dental cement in acetic and lactic acid buffers. *Biomaterials*. 1990; 11(1):435-40.

Ogunyinka A. A simple method of increasing the adhesion between resinous cements and tinplated gold alloys: a pilot study. *J Prosthet Dent*. 1998; 80(3): 302-6.

Pegoraro LF. Prótese Fixa. São Paulo: Artes Médicas. 2004.

Pilo R, Cardash HS. *In vivo* retrospective study of cement thickness under crowns. J Prosthet Dent. 1998; 79(6):621-25.

Piwowarczyk A, Lauer HC, Sorensen JA. Microleakage of various cementing agents for full cast crowns. Dent Mater. 2005; 21:445-53.

Quintas AF, Oliveira F, Bottino MA. Vertical marginal discrepancy of ceramic copings with different ceramic materials, finish lines, and luting agent: An *in vitro* evaluation. J Prosthet Dent. 2004; 92(3):250-7.

Ramos Júnior L, Bonfante G, Valle AL, Pegoraro LF. Avaliação do efeito de recimentações sucessivas de coroas totais no desajuste marginal, retenção fricional e retenção final com três agentes cimentantes. Rev FOB. 2001; 9(1/2): 19-27.

Rely X Luting 2 (Bula do cimento). Responsável técnico: Roberta F.F. Marsaioli. Alemanha: 3M ESPE AG; 2009.

Rely X U100 (Bula do Cimento). Responsável técnico: Roberta F.F. Marsaioli. Alemanha: 3M ESPE AG; 2007.

Rosentritt M, Behr M, Kolbeck C, Handel G. Marginal Integrity of CAD/CAM Fixed Partial Dentures. Eur J Dent. 2007; 1:25-30.

Rosseti PHO, Valle AL, Carvalho RM, De Goes MF, Pegoraro LF. Correlation between margin fit and microleakage in complete crowns cemented with three luting agents. J Appl Oral Sci. 2008; 16(1):64-9.

Santos LB, Souza SM, Andrade TA, Uetanabaro APT, Rocha GP, Vilela AC. Estudo comparativo *in vivo* entre o cimento de fosfato de zinco e o resinoso. Odontologia Clin Cientific. 2009; 8(3):257-61.

Schenke F, Hiller KA, Schmalz G, Federlin M. Marginal integrity of partial ceramic crowns within dentin with deferent luting techniques and materials. Oper Dent. 2008; 33(5):516-25.

Scussel M, Navarro RS, Pitoni CM, Caldo-Teixeira AS. Avaliação da microinfiltração, em cavidades classe II, utilizando-se diferentes técnicas de inserção de compósito odontológico. Braz J Health. 2010; 1(1): 38-51.

Serra MC, Cury JA. The *in-vitro* effect of glass-ionomer cement restoration on enamel subjected to a desmineralization and remineralization model. Quintessence Int. 1992; 23(2):143-7.

Servais GE, Cartz L. Structure of zinc phosphate dental cement. Dent Res. 1971; 50(3):613-20.

Shinkai RSA, Cury AA, Cury JA. Prevenção de cárie secundária em prótese fixa: cimentação com ionômero de vidro? RPG. 2003; 10(2):163-70.

Shott S. Statistics for health professionals. London: W.B. Saunders Company, 1990.

Soares CJ, Quagliatto PS, Campos RE. Cimento de ionômero de vidro – características do material e aplicações clínicas. In: Busato ALS (coord). Dentística – Filosofia, Conceito e Prática Clínica. São Paulo: Artes Médicas, 2005.

Toman M, Toksavul S, Artunç C, Türkun M, Schmage P, Nergiz I. Influence of luting agent on the microleakage of all-ceramic crowns. J Adhes Dent. 2007; 9(1):39-47.

Totiam P, González-Cabezas C, Fontana MR, Zero DT. A new *in vitro* model to study the relationship of gap size and secondary caries. Caries Res. 2007; 41: 467-73.

Trajenberg CP, Caram SJ, Kiat-amnuany. Microleakage of all-ceramic crowns using self-etching resin luting agents. *Oper Dent*. 2008; 33(4):392-9.

Uludag B, Ozturk O, Osturk AN. Microleakage of ceramic inlays luted with different resin cement and dentin adhesives. *J Prosthet Dent*. 2009; 102(4):235-41.

Noort RV. Introdução aos materiais dentários / Richard van Noort; trad. Luiz Narciso Baratieri, Sylvio Monteiro Junior e Patrícia Rocha Kawase . 2 ed. Porto Alegre: ArtMed, 2004.

White SN, Ingles S, Kipnis V. Influence of marginal opening on microleakage of cemented artificial crowns. *J Prosthet Dent*. 1994a; 71(3):257-64.

White SN, Yu Z, Tom JFMD, Sangsurasak S. In vivo microleakage of luting cements for cast crowns. *J Prosthet Dent*. 1994b; 71(4): 333-8.

White SN, Furuichi R, Kyomen SM. Microleakage through dentin after crown cementation. *J Endod*. 1995; 21(1):9-12.

Yesil ZD. Microleakage of four core materials under complete cast crowns. *N Y State Dent J*. 2007; 1:32-8.

Ylmaz Y, Dalmis A, Gurbuz T, Simsek S. Retentive force and microleakage of stainless steel crowns cemented with three different luting agents. *Dent Mater J*. 2004; 23(4):577-84.

Zoellner A, Brägger U, Fellman V, Gaengler P. Correlation between clinical scoring of secondary caries at crown margins and histologically assessed extent of the lesions. *Int J Prosthodont*. 2000; 13(6):453-9.

APÊNDICE A**TERMO DE DOAÇÃO DE DENTES HUMANOS DE CIRURGIÕES-DENTISTAS**

Eu, _____, cirurgião-dentista inscrito no CRO _____, com consultório na _____, cidade de _____, estado _____, CEP _____, telefone _____, doo _____ dentes para o Cirurgião-Dentista Oscar Luiz Mosele Junior, que usará os mesmos no trabalho de mestrado “Avaliação da Microinfiltração Marginal em Coroas Metálicas e Metal-Free de Três Cimentos Odontológicos – Estudo em MEV”. Declaro que este(s) dente(s) foi(ram) extraído(s) por indicação terapêutica, cujos históricos fazem parte dos prontuários de quem se originam, arquivados sob a minha responsabilidade. Estou ciente de que este(s) dente(s) será(ão) utilizado(s) somente para a finalidade acima descrita.

Campo Grande, _____ de _____ de _____.

Assinatura do Cirurgião-dentista

ANEXO A – CARTA DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA-UFMS

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Comitê de Ética em Pesquisa / CEP/UFMS

*Carta de Aprovação*

O protocolo nº 1758 do Pesquisador Oscar Luis Mosele Jr. intitulado “Avaliação da microinfiltração marginal em coroas metálicas e metal-free de três cimentos odontológicos: Estudo em MVE”, foi revisado por este comitê e aprovado em reunião ordinária no dia 24 de junho de 2010, encontrando-se de acordo com as resoluções normativas do Ministério da Saúde.


Prof. Ernesto Antônio Figueiro Filho
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMS

Campo Grande, 12 de julho de 2010.

Comitê de Ética da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
<http://www.propp.ufms.br/bioetica/cep/>
bioetica@propp.ufms.br
fone 0XX67 345-7187