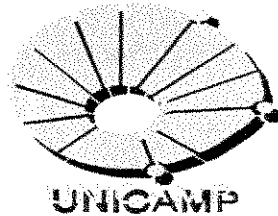


UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



NARA PEREIRA d'ABREU CORDEIRO
CIRURGIÃ-DENTISTA

INFLUÊNCIA DOS SISTEMAS DE CIMENTAÇÃO NA
RESISTÊNCIA À FRATURA DE INLAYS DE PORCELANA

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

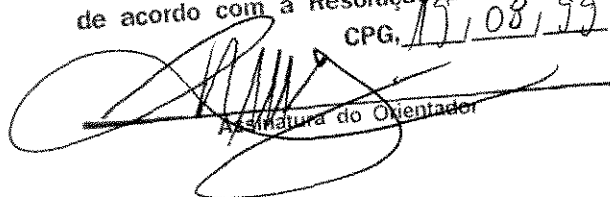
Piracicaba 1999

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

NARA PEREIRA d'ABREU CORDEIRO
CIRURGIÃ-DENTISTA

INFLUÊNCIA DOS SISTEMAS DE CIMENTAÇÃO NA RESISTÊNCIA À
FRATURA DE INLAYS DE PORCELANA

Orientador: Prof. Dr. Luis Roberto Marcondes Martins

Este exemplar foi devidamente corrigido,
de acordo com a Resolução CCPG-036/83
CPG, 11/08/99

Assinatura do Orientador

Tese apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, da
Universidade Estadual de Campinas
para a obtenção do
Título de Mestre em Clínica
Odontológica, Área de Dentística.

Piracicaba 1999

UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	
V.	Ex.
TOMBO BC/	39078
PROC	229/99
C	☐
D	☒
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	21/10/99
N.º CPD	

CM-00136287-7

Ficha Catalográfica

C811i Cordeiro, Nara Pereira d'Abreu.
Influência dos sistemas de cimentação na resistência à fratura de inlays de porcelana. / Nara Pereira d'Abreu Cordeiro. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 1999.
119f. : il.

Orientador : Prof. Dr. Luis Roberto Marcondes Martins.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Cimentos dentários. 2. Porcelana. 3. Cerâmica odontológica. 4. Resistência dos materiais. 5. Fraturas I. Martins, Luis Roberto Marcondes. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB / 8 – 6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de MESTRADO, em sessão pública realizada em 04 de Fevereiro de 1999, considerou a candidata NARA PEREIRA D'ABREU CORDEIRO aprovada.

1. Prof. Dr. LUIS ROBERTO MARCONDES MARTINS

A handwritten signature in black ink, appearing to be "L. R. Marcondes", written over a horizontal line.

2. Prof. Dr. RAFAEL FRANCISCO LIA MONDELLI

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Rafael", written over a horizontal line.

3. Prof. Dr. MARIO FERNANDO DE GOES

A handwritten signature in black ink, appearing to be "M. F. de Goes", written over a horizontal line.

Dedicatória

À **DEUS**, pela família que tenho, pelos verdadeiros amigos, pelas oportunidades de vida, por poder dizer sou muito feliz !

Aos meus pais, **Marcos e Carlota**, que sempre me apoiaram nos momentos decisivos de minha formação, acompanhando cada conquista de perto com entusiasmo e orgulho. Vocês são meu maior exemplo de vida.

À minha afilhada **Gabriela**, cujos primeiros passos não pude acompanhar de perto, mas que sempre esteve presente nos meus pensamentos e preces.

Ao meu avô do coração, o vovô **Cordeiro**, que por anos exerceu esta mesma profissão com competência e dedicação, eu ofereço o meu futuro.

Ao meu sempre mestre **Júlio César de Oliveira**, que me ensinou que o sucesso no exercício da odontologia está acima de tudo baseado no mais puro amor à profissão. Devo à você a profissional que sou hoje.

Agradecimentos

Agradecimentos

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba- **UNICAMP**- na pessoa do Prof. Dr. Antônio Wilson Sallum (diretor).

À Prof^a. Dr^a. **Altair** Del Bel Cury, coordenadora geral do curso de pós-graduação e à Prof^a. Dr^a. **Mônica** Campos Serra, coordenadora do curso de pós-graduação em clínica odontológica, exemplos de seriedade, competência e organização.

À entidade financiadora desta pesquisa, **FAPESP**, pela concessão da bolsa de estudos e do auxílio à pesquisa.

Aos **professores** do departamento de **dentística** restauradora da FOP-UNICAMP, que de alguma maneira contribuíram para o meu crescimento profissional.

Ao departamento de **Materiais dentários** da FOP-UNICAMP, em especial ao engenheiro Marcos Cangiani, o **Marcão**, pela realização dos testes mecânicos, e à funcionária Selma Souza, a **Selminha**, que sempre esteve pronta a ajudar.

Ao Prof. Dr. Luis Roberto Marcondes Martins, o **Beto**, pela confiança depositada ao acolher-me como sua orientada.

Ao Prof. Dr. **Mário** Fernando de Goes, pelo prazer em compartilhar de seus conhecimentos, sendo um exemplo de competência e humildade. Seu apoio e atenção foram imprescindíveis para a conclusão de mais esta etapa de vida.

Ao Prof. Dr. Luiz Alexandre Maffei Sartini Paulillo, o **Xandão**, o qual tenho imensa admiração por sua capacidade e dedicação à profissão. Obrigada por tudo o que fez por mim.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Mário Alexandre Coelho Signhorette, o **Marinho**, pela preciosa contribuição para a realização da análise estatística e pela boa vontade em servir.

Ao Prof. Dr. Francisco Humberto Nociti Jr., o **Chico**, que soube me ouvir, compartilhar de minhas tristezas e alegrias, incentivando cada um de meus passos nessa jornada.

Ao Prof. Dr. Elliot Watanabe **Kitajima**, coordenador do núcleo de microscopia eletrônica da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-USP, pela disponibilidade de uso de seu laboratório.

Ao técnico em prótese dentária **Jorge** Alcarde, pela paciência e pelo tempo dispendidos, e à sua esposa **Maria Luiza** Alcarde, por ter tão bem me recebido.

À amiga **Carlota** Mendonça, minha alma gêmea, porção pensante de mim, por poder compartilhar de meus mais profundos pensamentos.

Ao meu amigo **Alessandro** Lourenço, por toda sua bondade, companheirismo e amizade verdadeira.

Ao Hugo Oshima, o **Hugo Boy**, que acompanhou de perto toda a trajetória de minha pesquisa, estendendo sempre a mão nas horas em que eu mais precisei.

Às minhas amigas **Gisele**, **Solange** e **Camilinha**, companheiras de luta que ocupam um lugar muito especial no meu coração.

Aos meus colegas de turma ainda não citados **Bruno**, **Vicente**, **André Dorini**, **André Briso**, **Helinho**, **Tio Jorge**, **Adriano** e **Roberta**, cujo convívio transformou estes anos de estudo em dias bem mais felizes.

“...Disciplina é liberdade,
Compaixão é fortaleza,
Ter bondade é ter coragem,
Lá em casa tem um poço
Mas a água é muito limpa.”

RENATO RUSSO

Listas

Sumário

CAPÍTULOS

Listas	01
I- Tabelas	02
II- Quadros	02
III- Gráficos	03
IV- Figuras	03
V- Siglas , Abreviaturas e Palavras de Língua Estrangeira	04
Resumo	07
Summary	11
1- Introdução	15
2- Revisão de Literatura	21
2.1- Porcelanas Dentais	23
2.2- Agentes Cimentantes	44
3- Proposição	57
4- Materiais e Métodos	61
4.1- Delineamento Experimental	63
4.2- Seleção dos dentes	63
4.3- Inclusão dos dentes	63
4.4- Preparo dos Dentes	64
4.5- Confecção dos <i>Inlays</i> em Porcelana	66
4.6- Materiais utilizados	68
4.7- Grupos experimentais	69
4.8- Cimentação dos <i>inlays</i>	70
4.9- Ensaio Mecânico/ Teste de Compressão	74
5- Resultados	77
6- Discussão	83
7- Conclusões	95
8- Referências Bibliográficas	99
Anexos	111

Listas

I- Tabelas

Páginas

Tabela 4.1	Medidas do preparo	65
Tabela 5.1	Resultados da Análise de Variância	79
Tabela 5.2	Teste de variação múltipla de Tukey	80

II-Quadros

Páginas

Quadro 4.1	Materiais utilizados no experimento	68
Quadro 4.2	Grupos experimentais	69
Quadro 1	Técnica de confecção dos <i>inlays</i>	113
Quadro 2	Sinterização das porcelanas Duceram Plus e Duceram LFC	114
Quadro 3	Análise fixando o nível Fosfato de Zinco do fator material	116
Quadro 4	Análise fixando o nível Enforce do fator material	117
Quadro 5	Análise fixando o nível Resin Cement do fator material	118
Quadro 6	Análise fixando o nível Opal do fator material	119

Listas

III-Gráficos

Páginas

Gráfico 5.1	Resultados do Teste de Tukey	80
-------------	------------------------------	----

IV- Figuras:

Páginas

Figura 4.1	Dente incluído em resina de poliestireno	64
Figura 4.2	Dispositivo adaptado de um microscópio óptico para confecção do preparo	65
Figura 4.3	Preparo dental	66
Figura 4.4	<i>Inlay</i> em Porcelana	67
Figura 4.5	Ensaio de compressão realizado em máquina Instron	74
Figura 4.6	Falha adesiva do cimento de Fosfato de Zinco	75
Figura 4.7	Falha coesiva do Sistema Resinoso	76

Listas

V- Siglas, Abreviaturas e Palavras de Língua Estrangeira:

%	porcento
&	e (comercial)
±	mais ou menos
°	grau
° C	grau Celsius
ADA	American Dental Association/ Associação Dental Americana
Bis-GMA	BisfenolA-metacrilato de glicidila
CAD/CA	Computer Aided Design/ Sistema computadorizado de
M	confecção de porcelana
cm	centímetro
µm	micrometro
KN	kilo Newton
Kg	kilogramas
Seg	segundo
min	minuto
mm	milímetro
mm/min	milímetros por minuto
ml	mililitro
coping	casquete
et al.	et alli/ e colaboradores
fig.	figura
gap	fenda
high	alto

Listas

low	baixo
in vitro	em laboratório
LFC	low fusion ceramics/ cerâmica de baixa fusão
RPM	rotações por minuto
MOD	mésio-ocluso-distal
$p>0.05$	probabilidade maior que 5%
seg	segundo
UDMA	uretano dimetacrilato
Psi	libras por polegada quadrada
PVC	polivinil cloreto rígido

Resumo

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência dos sistemas de cimentação na resistência à fratura de *inlays* em porcelana. Preparos MOD padronizados foram confeccionados em cinquenta molares inferiores hígidos, divididos em cinco grupos de dez dentes cada. *Inlays* em porcelana foram confeccionados e fixados aos dentes preparados com os seguintes sistemas cimentantes: Grupo A- *inlays* não cimentados, Grupo B- Fosfato de Zinco, Grupo C- Prime & Bond 2.1 e Enforce, Grupo D- Scotchbond Multi Uso Plus e Resin Cement, Grupo E- Scotchbond Multi Uso Plus e Opal. Os dentes restaurados foram submetidos a um carregamento axial, por uma esfera de 4.0mm de diâmetro posicionada na região central da caixa oclusal, com velocidade de 1.0mm/min até a fratura. Os valores médios de resistência obtidos foram 8,9 Kgf, 143,1 Kgf, 243,1 Kgf, 206,7 Kgf, 201,2 Kgf para os grupos A, B, C, D e E, respectivamente. A análise estatística revelou que os grupos C, D e E demonstraram maior resistência à fratura, não havendo diferenças estatisticamente significantes entre eles. Concluiu-se neste estudo laboratorial que a resistência à fratura de *inlays* em porcelana está diretamente relacionada ao sistema de cimentação utilizado, sendo os sistemas resinosos os mais indicados para este fim.

Unitermos: inlay, cimentos, resistência à fratura.

Summary

Summary

The aim of this study was to investigate the effect of differing bonding and luting systems on the fracture resistance of dentin-bonded-ceramic inlays. Sound, unrestored, lower molar teeth received standardized preparations and were randomly divided into five groups of ten teeth each: Group A: Received no luting system application; Group B: Zinc Phosphate Cement; Group C: Prime & Bond 2.1 and Enforce; Group D: Scotchbond Multi Use Plus and Resin Cement; Group E: Scotchbond Multi Use Plus and Opal. The restored teeth were loaded in compression at 1.0mm/min. Mean fracture loads of 8.9Kgf, 143.1Kgf, 243.1Kgf, 206.7Kgf, 201.2Kgf were recorded for groups A, B, C, D and E, respectively. The mean fracture resistance of the inlays was significantly greater ($P < 0.05$) for groups C, D and E, followed by groups B and A, respectively. No statistical differences were observed among groups C, D, and E. It was concluded that the fracture resistance of ceramic inlays used in this laboratory study was dependent on the luting system used and it was enhanced by resin luting ones.

Key Words: inlay, porcelain, luting system, fracture resistance

1 - Introdução

Introdução

Dentre todos os materiais disponíveis no meio odontológico, as porcelanas são as que apresentam as melhores qualidades estéticas, pois são capazes de reproduzir com fidelidade tanto a cor como a forma da estrutura dental. Além disso, apresentam radiopacidade e condutibilidade térmica semelhantes à estrutura dental, ótima biocompatibilidade e alta resistência à abrasão.^{2,4,20,21} No entanto, como todo material restaurador, apresentam certas desvantagens. Apesar de possuírem suficiente resistência às forças de compressão e dureza semelhante à do esmalte, apresentam também baixa resistência à deflexão, da ordem de 0,1%^{2,4,20,21,37}. Portanto, mínima deformação induz a uma fenda inicial capaz de progredir rapidamente até que o material sofra completa ruptura.

A resistência das cerâmicas dentais pode ser melhorada através de alguns meios, como a indução de cristalização por tratamento térmico (ceramização) ou ainda pelo glazeamento da sua superfície^{2,21}. No entanto, a maior resistência é obtida quando esta é cimentada de maneira efetiva ao dente.²¹ Por serem de natureza friável, *inlays/onlays* cerâmicos devem estar intimamente apoiados sobre o preparo dental por um eficiente sistema de fixação para que possam formar uma camada que é uma parte integral do dente, similar à camada de esmalte²⁰. Ao serem fixadas, as forças aplicadas serão transferidas através da porcelana para a dentina, e teoricamente não causarão

Introdução

falha na porcelana, a menos que a dentina venha também a sofrer fratura²⁰. Contudo, se a união entre a porcelana e o dente não for adequada, o estresse não será transferido e a porcelana tenderá a fraturar-se, similarmente ao esmalte não suportado^{13,20,21}. Os dentes restaurados com porcelanas e sistemas adesivos de cimentação apresentam diminuição da deflexão cuspidica, aumento da resistência à fratura e reduzida microinfiltração^{13,20,21}.

As primeiras restaurações posteriores totalmente cerâmicas foram fixadas com cimento de fosfato de zinco convencional e posteriormente, com cimento de ionômero de vidro^{4,21}. Problemas quanto à retenção e resistência culminaram em pesquisas por melhores métodos de união^{6,7,8,9,12,17,23}. No final da década de 70, houve considerável melhoria das propriedades físicas e mecânicas das resinas compostas, permitindo a sua utilização para cimentação. No entanto, a viscosidade destes materiais, mesmo quando diluídos no monômero, não permitia uma camada suficientemente fina para cimentação devido à presença de partículas inorgânicas muito grandes. Com a diminuição do tamanho dessas partículas foi possível o desenvolvimento de agentes cimentantes que permitem uma espessura de película fina o suficiente para uma boa adaptação dos trabalhos protéticos¹³. Apesar das melhorias nas propriedades físicas dos materiais resinosos de cimentação, o sucesso de seu uso deve-se principalmente

Introdução

à possibilidade de associação destes aos adesivos dentinários hidrófilos, verdadeiros responsáveis pela união destes materiais ao dente e à restauração^{56,58}. No mercado odontológico a cada dia são introduzidos novos produtos destinados à cimentação de peças cerâmicas sem que haja suficiente informação ao clínico e suporte científico para seu uso. Há portanto necessidade da realização de pesquisas capazes de avaliar esses novos sistemas de cimentação em relação a vários aspectos como resistência à fratura, infiltração e desgaste marginal.

2 - Revisão de Literatura

2.1- Porcelanas Dentais

Em 1985, JONES²⁸ observou que as cerâmicas dentais sofrem fadiga estática devido a uma reação química stress-dependente entre vapor d'água e falhas microscópicas de superfície. Isto viria a causar o crescimento de fendas em dimensões críticas, permitindo a propagação espontânea de trincas. O mecanismo que envolve fadiga estática é frequentemente a causa de muitas falhas que ocorrem com restaurações em porcelana na cavidade oral. Além das propriedades físicas desses materiais serem de extrema importância na determinação da resistência, o autor acredita que a transferência e a distribuição dos estresses de uma maneira eficiente são de igual importância para o reforço destes materiais restauradores. Por este motivo, novos métodos de união do material restaurador ao dente têm sido constantemente pesquisados.

JOSEPHSON et al.²⁹, em 1985, realizaram um teste de resistência à fratura comparando coroas metalo-cerâmicas com coroas em porcelana. Um dente de manequim recebeu um preparo para coroa total e dezoito réplicas de resina epóxica foram feitas a partir do mesmo. Registros interoclusais em cera foram tomados para assegurar-se que todas as coroas apresentariam a mesma espessura na região oclusal. Seis coroas feldspáticas Ceramco®, seis porcelanas fundidas ao metal e seis

Revisão de Literatura

coroas reforçadas com alumina Cerestore® foram construídas. Estas foram fixadas diretamente sobre as réplicas em resina epóxica, sem a utilização de um agente de cimentação. O ensaio de compressão foi feito por uma máquina de ensaios Instron, com velocidade de 0.02 polegadas/min. Os resultados sugeriram que a porcelana fundida ao metal é mais resistente que a Cerestore®, que por sua vez é mais resistente que a Ceramco; A Cerestore® apresentou valores 60% maiores que a Ceramco®, porém 50% inferiores aos valores encontrados para a porcelana fundida ao metal. Os autores questionaram então o uso de coroas em porcelana pura, mesmo as reforçadas com alumina, para restauração de dentes posteriores, por acreditarem que estas não possuem resistência suficiente para suportarem os esforços mastigatórios.

No ano de 1988, McLEAN³⁷, em trabalho de revisão de literatura, descreveu os tipos de materiais cerâmicos em uso e comparou a técnica de confecção de porcelanas à técnica de confecção de restaurações metálicas. O autor sugeriu que reconstruções parciais, como *inlays* e *onlays* de porcelana, podem ser consideradas bastante conservadoras quando comparadas às coroas totais cerâmicas. No entanto, em relação às restaurações metálicas, essa técnica é mais invasiva, pois restaurações em porcelana necessitam de um desgaste maior de estrutura dental para comportar maior volume de material, já que o limite de deformação da

porcelana é da ordem de 0.1%, portanto espessuras menores que 1.5mm podem levar à flexão fazendo com que o material sofra fratura.

A resistência flexural de sete tipos de porcelanas dentais foi medida em 1988 por OILO⁴⁶, através do teste de flexão de três pontos. Os valores encontrados foram: porcelanas fundidas ao metal-100MPa, porcelanas alumínicas tradicionais (Vitadur N® , NBK 1000®)-116 MPa; porcelanas alumínicas (Vita Hi Ceram®, Cerestore®)- 150 MPa; porcelana fundida (Dicor®)- 240 MPa. Este autor também analisou o tamanho e a forma dos poros encontrados nestas porcelanas. O diâmetro médio dos poros foi de aproximadamente 10µm em todas as porcelanas exceto a Dicor®, porém esta apresentou alta e variada concentração. A Dicor® apresentou um tamanho médio de poros de 1µm. A densidade dos poros variou de 36,5mm² em uma das porcelanas utilizadas para metalo-cerâmica à 4367mm² para a Cerestore®. Não foi encontrada correlação entre resistência flexural e frequência ou área dos poros dos vários produtos testados.

A resistência à fratura de coroas totais construídas com porcelana alumínica, com o sistema Cerestore® e com o sistema Dicor®, foi estudada por DICKISON et al.¹⁴, em 1989. Quinze coroas de cada grupo foram construídas em réplicas de um dente de manequim com preparo para coroa total. Dez coroas de cada grupo foram cimentadas em réplicas de metal com cimento de fosfato de zinco e submetidas à

Revisão de Literatura

fratura. As cinco coroas restantes de cada grupo foram incluídas em resina epóxica e seccionadas para observação da adaptação interna. Não houve diferença estatística significativa entre a força necessária para produzir falha na porcelana alumínica e na Dicor®, nem na carga necessária para fratura inicial da Cerestore®. No entanto, sete das dez coroas Cerestore® apresentaram fratura em duas fases distintas; a diferença entre a fratura inicial e a final foi estatisticamente significativa. Nesse estudo, tanto a Cerestore® quanto a Dicor® não apresentaram resistência superior à coroa alumínica tradicional.

O efeito da espessura da porcelana na resistência à fratura da mesma foi investigando por HOPKINS²⁵, em 1989. Discos cerâmicos de 1,5 mm de diâmetro foram submetidos à fratura por uma esfera de 6mm, à uma velocidade de 0.5mm/min. Foi demonstrado que para porcelanas de dentina (não reforçadas com alumina), porcelanas de núcleo (porcelana alumínica) e combinações entre as duas, a resistência à fratura não é diretamente proporcional ao aumento da espessura. HOPKINS também concluiu que espessuras maiores de porcelana de núcleo devem ser sinterizadas incrementalmente para otimizar-se a resistência.

O sucesso clínico das restaurações do tipo *inlay /onlay* de porcelana foi atribuído por NATHANSON⁴⁴, em 1989, à união destas aos tecidos dentais

Revisão de Literatura

remanescentes em função da utilização de agentes cimentantes resinosos e do condicionamento químico interno das peças cerâmicas. Este autor relata que, embora estas restaurações estejam sendo amplamente utilizadas devido ao seu caráter conservativo e estético, estudos longitudinais ainda se fazem necessários para confirmação da eficácia clínica.

Em trabalho de revisão de literatura, BANKS⁴ em 1990, descreveu as características físicas das porcelanas dentais. Segundo o autor, a maioria dos materiais cerâmicos possui um limite crítico de deformação de 0.1%. Desta forma, mínimo vergamento da estrutura é capaz de induzir trincas que rapidamente levarão à fratura catastrófica. Este autor também relata que o condicionamento da superfície interna da restauração cerâmica e do elemento dental, assim como o surgimento de agentes cimentantes resinosos, vieram a melhorar em muito problemas como retenção, infiltração marginal e resistência aos esforços mastigatórios, apresentando uma união estável entre a restauração e a estrutura dental remanescente.

Em 1990, DIETSCHI et al.¹⁵ estudaram a resistência à fratura de molares humanos restaurados com dois tipos de porcelana e cimentados com um agente resinoso sem adesivo dentinário e um cimento de ionômero de vidro. Sessenta dentes

Revisão de Literatura

foram selecionados para o estudo, sendo que cinquenta deles receberam preparos MOD padronizados por uma caneta de alta rotação adaptada a um paralelômetro. Dez dentes foram mantidos intactos para servirem como grupo controle. Um carregamento de compressão foi aplicada através de uma esfera de 2.0mm em uma máquina de ensaios universal Instron sobre a porção central destas restaurações, a uma velocidade de 1.0mm/min. A força máxima aplicada, a extensão e ainda a localização das fraturas e a micromorfologia das superfícies fraturadas foram analisadas. Os resultados obtidos (Kgf) foram: Vitadur N® reforçado com alumina e cimentado com agente resinoso- 273.5 ± 17.8 , Vitadur N® cimentado com agente resinoso- 206.2 ± 18.5 , Ceramco II® cimentada com agente resinoso- 169.5 ± 6.0 , Vitadur N® cimentada com ionômero de vidro convencional- 158.2 ± 13.31 , Ceramco II® cimentada com ionômero de vidro convencional- 145.5 ± 12.1 . Os *inlays* confeccionados com Vitadur N® reforçados com óxido de alumínio e cimentados com um agente resinoso demonstraram os maiores valores de resistência, porém, mostrou-se inferior aos valores obtidos pelo grupo controle (362.0 ± 18.7). A extensão da fratura aumentou proporcionalmente à resistência dos espécimens. Análise com microscopia eletrônica de varredura confirmou a efetiva união entre o agente resinoso e a porcelana condicionada e ausência de ancoragem micromecânica

Revisão de Literatura

entre o cimento de ionômero de vidro e a porcelana condicionada. Nenhum dos grupos testados alcançou a resistência à fratura de um dente hígido.

Novamente em 1991, JOSEPHSON et al.³⁰ questionaram o uso de restaurações totalmente cerâmicas em dentes posteriores. Estes autores compararam a resistência à fratura de coroas Cerestore®, Dicor®, Renaissance® com coroas metalo-cerâmicas e porcelanas feldspáticas. Foi utilizada a mesma metodologia proposta por estes autores em trabalho prévio²⁹. Os resultados indicaram que as coroas metalo-cerâmicas apresentaram os valores mais altos de resistência à fratura, enquanto as coroas feldspáticas apresentaram os menores valores. Atribuindo-se um valor de resistência de 100% para as coroas metalo-cerâmicas, cada uma das coroas apresentou valores proporcionais em relação à esta: Porcelana feldspática-43%, Cerestore®-55%, Dicor®-77%, Renaissance®-95%. Os autores contra-indicaram mais uma vez o uso de materiais em porcelana pura para a restauração de dentes posteriores.

Em 1992, DIETSCHI et al.¹⁵ propuseram-se a estudar a influência do tipo de porcelana e as habilidades técnicas do ceramista na adaptação marginal de *inlays*. Três técnicos diferentes trabalharam com dois tipos de porcelana feldspática. A desadaptação marginal variou de 46.4 a 57.6 μm . A porcentagem de defeitos

Revisão de Literatura

marginais variou de 8.6 a 25% da circunferência total dos *inlays*. Os autores observaram que diferenças de adaptação marginal encontradas nos *inlays* estavam mais relacionadas ao técnico que os confeccionava do que ao tipo de porcelana utilizado. A adaptação marginal alcançada pelos *inlays* de porcelana foi comparada àquela conseguida para restaurações metálicas e metalo-cerâmicas, sendo portanto consideradas aceitáveis do ponto de vista clínico. Em 1992, CROCKER¹² estudou a resistência à fratura de coroas em porcelana feldspática cimentadas com dois materiais diferentes: grupo 1- fosfato de zinco, grupo 2- resina composta diluída em monômero bis-GMA, associada a um adesivo dentinário dual. A resistência alcançada pelo segundo grupo foi estatisticamente superior à alcançada pelo primeiro. O autor constatou que o padrão de fratura apresentou-se muito diferente para os dois grupos. As coroas cimentadas com resina apresentaram fratura de corpo, ou seja, coroa e dente fraturaram juntos, enquanto no grupo cimentado com fosfato de zinco, somente a porcelana fraturava. O autor também observou clinicamente doze coroas em porcelana pura e obteve, após quarenta meses de observação, 100% de sucesso.

Um estudo comparativo de resistência à fratura de coroas de jaqueta, fabricadas em porcelana fundida Dicor® e cinco porcelanas tradicionais (Duceram®,

ITS®, Biodent®, Hi-Ceram® e Microbond®) foi realizado por PASSI et al.⁴⁸, em 1992. Quatro coroas de jaqueta de cada material foram construídas sobre réplicas idênticas de resina epóxica, obtidas de um primeiro molar permanente. Todas as coroas foram cimentadas com cimento de fosfato de zinco convencional, exceto a Dicor®, que foi cimentada com cimento de fosfato de zinco Dicor. Carregamento progressivo foi aplicado à cúspide vestibulo mesial de cada uma das vinte e quatro coroas. Apesar da Dicor apresentar valores numéricos aparentes de maior resistência, esta não foi significativamente mais resistente que três outros tipos tradicionais de porcelana. Os autores concluíram que nenhuma das porcelanas utilizadas provou ser apropriada para restauração de dentes posteriores

Em 1993, YEN et al.⁶¹ estudaram o efeito da alteração da topografia superficial pelo condicionamento químico na resistência de uma porcelana feldspática (Mirage®) e de uma porcelana fundida (Dicor®). Cinquenta amostras de cada porcelana foram submetidas a cinco tempos diferentes de condicionamento com ácido fluorídrico à 10%. Um agente de união silano e um agente resinoso de cimentação foram aplicados sobre as amostras. Estas foram submetidos ao teste de resistência flexural de três pontos e à análise em microscopia eletrônica de varredura, onde foi observado o resultado do condicionamento para as duas porcelanas em estudo. Não houve diferenças significantes de resistência flexural

Revisão de Literatura

entre o grupo condicionado e o grupo não condicionado, nem entre diferentes tempos de condicionamento. Fotomicrografias revelaram profundidades diferentes e dissolução seletiva das fases. Os autores sugeriram parecer haver um aumento da retenção dos laminados de porcelana com o condicionamento químico da peça sem, no entanto, haver diminuição em sua resistência.

Com o intuito de comparar *inlays* de porcelana feldspática cimentados com ionômero de vidro e um agente resinoso dual de cimentação, ÅBERG et al.¹, em 1994, examinaram durante três anos cento e dezoito *inlays*. Estes foram divididos em dois grupos de cinquenta e nove restaurações cada, de acordo com o material de cimentação utilizado. Onze *inlays* foram considerados insatisfatórios durante o período: dois (3.4%) do grupo cimentado com sistema resinoso e nove (15.3%) cimentados com ionômero de vidro. No grupo relativo a cimentação resinosa, um *inlay* fraturou parcialmente e outro foi substituído devido a sensibilidade pós-operatória. No grupo do cimento de ionômero de vidro, quatro *inlays* foram totalmente perdidos e fratura parcial ocorreu em cinco *inlays*. Observou-se que nos *inlays* fraturados cimentados com ionômero de vidro, este material encontrava-se ainda aderido nas paredes internas da cavidade. Oito pacientes reportaram sensibilidade pós-operatória. Não foi detectada cárie secundária ao redor de

Revisão de Literatura

nenhum dos *inlays* avaliados. Os autores consideraram a técnica segura desde que um sistema resinoso de cimentação seja utilizado.

BURKE & WATTS⁶, em 1994, estudaram a resistência à fratura de coroas em porcelana feldspática cimentadas em pré-molares recém extraídos. Foram confeccionados preparos padronizados com duas expulsividades diferentes. A cimentação das coroas foi feita com agente de cimentação resinoso de presa dual (Mirage ABC e LFC), por pressão digital. Os dentes foram submetidos a um carregamento de compressão por uma esfera de 4.0mm de diâmetro posicionada no centro da fissura oclusal, com velocidade de 1.0mm/min, em máquina universal de ensaios Instron. Um grupo de dez pré-molares hígidos serviu como grupo controle. Foram registrados os valores médios de 0.77kN/ 78,0 Kgf para os preparos com 6° de expulsividade e 0.71kN/ 72,0 Kgf para os preparos com 8° graus de expulsividade. O grupo controle apresentou valores médios de 0.97kN/ 98.3 Kgf. Análise estatística não revelou diferenças significantes entre o grupo preparado com expulsividade de 6° e o grupo controle. Os autores concluíram que uma expulsividade de 6° seria a ideal para um preparo em porcelana pura.

Em 1994, FERRO et al.¹⁸ compararam a resistência à fratura de coroas em porcelanas Dicor® com a resistência de coroas Vitadur-N® ou Dicor-Plus®

Revisão de Literatura

revestindo "copings" de Dicor®. O grupo controle foi constituído de dentes hígidos. Foram realizados preparos para coroa total em molares humanos com uma expulsividade de 10° e ombro de 1mm. Todas as coroas apresentavam a mesma espessura, tanto oclusal quanto axialmente. As coroas foram condicionadas internamente com bifluoreto de amônia à 10%, por 1min, silanizadas e cimentadas com o agente resinoso dual Dicor, com pressão de 5lb. Depois de termocicladas, cada amostra foi levada à máquina de ensaios Instron, onde uma esfera de 0.95cm exerceu pressão de compressão vertical na superfície oclusal, a uma velocidade de 0.1cm/min, até a completa ruptura. O teste estatístico ANOVA não revelou diferenças significantes de resistência à fratura entre as coroas Dicor e as coroas em porcelana Vitadur-N® e Dicor-Plus® revestindo "copings" em Dicor®. Não houve também diferenças estatisticamente significantes de resistência entre os dentes restaurados com porcelana e o grupo controle de dentes hígidos.

As implicações do uso de um adesivo dentinário na resistência à fratura de cerâmicas Dicor® foi estudada por MESAROS³⁹ et al., em 1994. Sessenta amostras de Dicor® e de dente bovino foram preparadas e distribuídas aleatoriamente entre três grupos. Todas as amostras foram termocicladas e submetidas ao teste de flexão por uma máquina de ensaios Instron. As diferenças encontradas para os valores de fratura foram estatisticamente significantes. O uso do adesivo

dentinário aumentou a resistência flexural das amostras em mais de três vezes comparado ao grupo que recebeu somente aplicação do material de cimentação. Os resultados deste estudo sugerem que o uso de um adesivo dentinário em combinação com um agente cimentante de presa dual aumentam a resistência à fratura de restaurações em porcelana pura.

Com o propósito de medir as discrepâncias marginais apresentadas pelas porcelanas confeccionadas através dos sistemas Celay, Cerec T, Cerec EM e porcelanas convencionais, SIERVO et al.⁵⁴, em 1994, utilizaram microscopia eletrônica de varredura. Observou-se que na superfície oclusal a discrepância marginal média foi de 80 μ m, tanto para a porcelana convencional como para o sistema Celay. Para os sistemas Cerec T e Cerec EM, as médias apresentadas foram de 200 μ m e 170 μ m respectivamente. Nas caixas proximais, a média foi de 100 μ m para as porcelanas convencionais, 80 μ m para o sistema Celay, 280 μ m para o sistema Cerec T e 260 μ m para o sistema Cerec EM. Os autores concluíram que tanto o tipo de porcelana quanto o sistema de produção influenciam nos valores de discrepância.

A performance clínica de quatro tipos de porcelanas para *inlays* foi avaliada por THORDRUP et al.⁵⁷, em 1994. Os grupos consistiam em 15 *inlays* cerâmicos diretos (CEREC®), 15 *inlays* em resina composta (Brilliant D.I. ®), 14 *inlays* em

Revisão de Literatura

porcelana convencional (Vita Dur N®) e 14 *inlays* em resina composta indireta (Estilux®), confeccionados em 37 pacientes. Os *inlays* foram avaliados clinicamente após uma semana (data base) e 6 e 12 meses após a cimentação. A avaliação clínica foi complementada com radiografias interproximais. Um *inlay* em Vita Dur N® fraturou após um ano, e um *inlay* em Brilliant D.I. ® foi substituído devido a cárie secundária. Não houve evidência aparente de acúmulo de placa e aumento de inflamação gengival. Na data base e durante todos os períodos de observação, os *inlays* de Vita Dur N® receberam os melhores escores quanto a morfologia e a estética da cor. Os *inlays* em Brilliant D.I. ® receberam os piores escores para rugosidade superficial. Após 6 a 12 meses de observação, todos os *inlays* apresentaram graus variáveis de desintegração do material de cimentação, não sendo comprometidas no entanto, a estética e a função.

Em 1995, BURKE⁷ realizou um estudo *in vitro* em pré-molares humanos para investigar o efeito de um agente de união dentinário e do condicionamento interno das porcelanas com ácido fosfórico à 10% na resistência à fratura de coroas totais cerâmicas. A resistência obtida pela fixação das restaurações com um cimento convencional foi comparada à fixação com uma sistema resinoso. As amostras foram submetidas à fratura por uma esfera de 4mm de diâmetro posicionada na fossa central, à uma velocidade de 1.0mm/min, em máquina de ensaios universal Instron.

Revisão de Literatura

Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey. Todos os resultados indicaram superioridade obtida quando o agente de união dentinária era incorporado ao procedimento de cimentação, juntamente com o condicionamento interno da porcelana e o uso de um agente de cimentação resinoso. A resistência à fratura das amostras fixadas com este sistema de união foi significativamente maior comparado às amostras onde um cimento convencional foi utilizado.

Em 1995, SCHMALZ et al.⁵¹ avaliaram a adaptação marginal de *inlays* de porcelana confeccionados pelo sistema CAD/CAM Cerec. Dois métodos de análise foram utilizados: Microscopia eletrônica de varredura antes e após termociclagem, além da aplicação de cargas oclusais para avaliar integridade da superfície e penetração de corante após termociclagem e aplicação de cargas oclusais para avaliar a resistência de união dentro dos limites da cavidade. Os resultados obtidos revelaram que a integridade marginal é influenciada pela desadaptação da peça e pela espessura de película do cimento. No entanto, desadaptações maiores que 100 μ m podem ser compensadas pelo agente de cimentação. Os autores sugeriram que restaurações do tipo CAD/CAM Cerec devem ser cimentadas com um material que possua grande quantidade de carga e que tenha alta viscosidade.

Revisão de Literatura

Em 1995, ISIDOR & BRONDUM²⁶ realizaram uma avaliação clínica de *inlays* em porcelana feldspática (Mirage®). Um total de 25 *inlays* foram confeccionados por dois profissionais da área; o tempo de acompanhamento variou de 20 a 57 meses (média de 40,4 meses). Preparos MOD foram confeccionados em 13 pré-molares e 12 molares. Todos os *inlays* foram confeccionados pelo mesmo técnico e de acordo com as recomendações do fabricante. A superfície interna dos *inlays* foi condicionada com ácido hidrofúorídrico a 10% e recebeu aplicação de um silano. No esmalte dental foi feito condicionamento ácido fosfórico à 37% por 20s e aplicado um adesivo dentinário de segunda geração (Scotchbond 2). Os dez primeiros *inlays* foram cimentados com um sistema resinoso fotoativado (Mirage®) enquanto que os onze restantes foram cimentados com um sistema resinoso de polimerização dual (Mirage FLC). Em quatro *inlays* o autor não informou o tipo de agente de cimentação utilizado. Houve fratura de doze *inlays*, e estes foram substituídos durante o período de observação. Dez falhas foram atribuídas à desadaptação entre o *inlay* e a superfície proximal. Os *inlays* cimentados com agente resinoso fotoativado exibiram mais falhas comparados aos *inlays* cimentados com agente resinoso de presa dual.

Em 1996, BURKE⁸ investigou o efeito do tipo do preparo dental e da espessura da porcelana na resistência à fratura de dentes restaurados com coroas

Revisão de Literatura

totais unidas ao dente com um sistema de cimentação resinoso dual. Quatro grupos de dez pré-molares hígidos foram preparados. No grupo A, foi feito preparo mínimo com angulação de 6°, redução oclusal de 2.0mm e terminação em lâmina de faca. Os preparos do grupo B receberam angulação de 6°, redução oclusal de 3.0mm e terminação em ombro de 1.0mm. Os preparos do grupo C foram semelhantes aos do grupo B, porém com redução oclusal de 2.0mm na cúspide palatina e preparo mínimo na região palatina. Os preparos do grupo D foram também semelhantes aos do grupo B, porém com redução oclusal de 2.0mm. Os dentes restaurados foram submetidos a um carregamento de compressão por uma esfera de 4.0mm posicionada na região central das coroas, em uma máquina de ensaios universal Instron, à uma velocidade de 1.0mm/min. Os valores médios obtidos foram: Grupo A- 0.77kN/ 78,0 Kgf, Grupo B- 0.99kN/ 100,4 Kgf, Grupo C-0.91kN/ 92,2 Kgf, Grupo D-0.78kN/ 79,1 Kgf. Análise estatística de variância e o teste de Tukey não revelaram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos. O autor concluiu não ser necessário extender-se muito o desgaste dental, pois espessuras de porcelana maiores que 2.0mm parecem não aumentar a resistência à fratura de coroas totais, podendo sim aumentar o risco de dano à polpa.

O efeito de três tipos de sistemas de cimentação na resistência à fratura de coroas reforçadas em seu núcleo com alumina foram avaliadas por DWAN et al.¹⁷,

Revisão de Literatura

em 1996. Vinte e sete copings de 0.5mm de espessura foram fabricados em uma simulação de um pré-molar. Foi aplicada porcelana feldspática sobre estes copings com espessura padronizada de 2.6mm. Os dentes foram cimentados em um modelo de resina com módulo de elasticidade semelhante à dentina, simulando o preparo dental. Cada uma das coroas teve sua superfície interna jateada com óxido de alumínio de 50 μ m a 80psi, silanizada e cimentada à réplica do dente com os cimentos fosfato de zinco, ionômero de vidro híbrido (Duet) e resinoso (Panavia). As restaurações receberam uma pressão de cimentação de 5Kg, por um período de dez minutos. As amostras foram armazenadas em umidade relativa por vinte e quatro horas e submetidas à fratura em uma máquina de ensaios universal Instron, com velocidade de 0,5mm/seg. Os resultados obtidos foram: 153,5Kgf para o cimento de fosfato de zinco, 214,6Kgf para o cimento ionomérico Duet e 225 Kgf para o Panavia. Os autores concluíram que as coroas cimentadas com Panavia e Duet tiveram resistência à fratura significativamente maior que as coroas cimentadas com fosfato de zinco.

Em 1996, FRIEDL et al.¹⁹ avaliaram clinicamente *inlays* em porcelana, através de critérios clínicos de pesquisa e análise quantitativa das margens. Cinquenta *inlays* de porcelana feldspática reforçadas com fibras de vidro foram cimentadas em dentes preparados com todos os limites localizados em esmalte. Um sistema resinoso

Revisão de Literatura

de baixa viscosidade foi utilizado para a cimentação. Os *inlays* foram avaliados clinicamente após dois dias, um ano e dois anos. Avaliação marginal foi realizada através da análise de imagens em microscopia eletrônica de varredura. Os resultados indicaram que os *inlays* tiveram bom desempenho após dois anos, não apresentando mudanças de cor, cárie recorrente ou descoloração marginal. Devido ao desgaste ocorrido no material de cimentação, as margens dos *inlays* foram perceptíveis à sonda exploradora em 54% dos casos após dois anos. A análise quantitativa das margens ($p < 0.5$) mostrou haver mais fendas entre a interface material de cimentação/interface cerâmica do que entre esmalte/ interface do material de cimentação, à cada avaliação. Durante o primeiro ano houve um aumento significativo nas fendas marginais, enquanto no segundo ano estas não aumentaram significativamente. Análise quantitativa das margens indicou que tanto o tempo quanto a interface tiveram influência significativa na incidência de fendas marginais.

KELLY³¹, em 1996, realizou um trabalho de revisão de literatura onde descreveu os diversos tipos de sistemas de porcelana produzidos na atualidade. A porcelana feldspática, também conhecida como porcelana convencional, é uma estrutura vítrea composta basicamente de três minerais: o caolin, o feldspato e o quartzo. Os sistemas modernos de porcelana feldspática são reforçados com óxidos de alumínio, leucita ou fibras de vidro para torná-las mais resistentes ao

Revisão de Literatura

desenvolvimento e propagação de trincas. Estas porcelanas são capazes de conferir uma estética altamente satisfatória, reproduzindo com fidelidade detalhes anatômicos e a cor do remanescente dental. A porcelana aluminizada constitui-se de uma porcelana feldspática apresentada na forma de um pó ao qual se incorpora um alto teor de óxido de alumínio (40 a 50% de alumina). As partículas de alumina são mais resistentes que as de vidro sendo mais efetivas em prevenir a propagação de trincas na massa da porcelana. A resistência à flexão das porcelanas convencionais é da ordem de 60-90 MPa, enquanto nas porcelanas aluminizadas esta resistência foi aumentada para valores que variam de 110 a 130 Mpa. Há também um tipo de porcelana aluminizada infiltrada de vidro, contendo altíssimo teor de óxido de alumínio (97%). A primeira marca comercializada foi o In-Ceram® (Vita). Essa porcelana é utilizada para formar um "coping" que será a estrutura de resistência. Sobre esse "coping" poroso produz-se a queima de uma massa cerâmica de lantânio e boro. Por esse motivo é denominada de porcelana aluminizada infiltrada de vidro. Para melhorar-se as características estéticas da In Ceram®, foi criada uma nova porcelana para ser utilizada em *inlays/onlays*: In Ceram Spinell®. Basicamente substituiu-se uma parte de óxido de alumínio por uma de óxido de magnésio. Esta mistura proporcionou uma melhor translucidez da porcelana devido ao seu baixo índice de refração. Esta cerâmica possui uma resistência à flexão da ordem de 350

Revisão de Literatura

Mpa, um pouco inferior à sua antecessora, 450Mpa. Surgiram também os vidros ceramizados, com a proposta de melhorar-se a adaptação e a estética das porcelanas aluminizadas. A resistência à flexão destes vidros é comparável às porcelanas aluminizadas. O vidro ceramizado notabilizou-se com a apresentação em forma de lingotes, em 1973, com o Dicor® (Dentsply) e mais tarde com o Cerapearl® (Kyocera). Mais recentemente, a leucita tem sido utilizada em materiais cerâmicos não por compatibilidade térmica, mas como material de reforço, como por exemplo, nas cerâmicas IPS Empress® (Ivoclar), Optec HSP® (Jeneric/Pentron), Optec OPC® (Jeneric/ Pentron) e Fortress® (Mirage).

Com o objetivo de comparar a adaptação marginal oferecida por três tipos de porcelana feldspática, GIANNINI et al.²², em 1998, avaliaram os seguintes materiais: Colorlogic (De Trey/ Dentsply), Duceram LFC (Ducera) e Fortune (Willians). Em um primeiro molar permanente inferior humano extraído foi confeccionado um preparo MOD com proteção de cúspide tipo "onlay" para porcelana pura. Através deste preparo foram obtidos trinta modelos nos quais foram confeccionadas as peças protéticas em cerâmica. Com o auxílio de um microscópio com micrômetro acoplado e precisão de 1 μ m, as discrepâncias marginais foram medidas nas quatro faces do dentes. Os resultados obtidos para cada porcelana em μ m, através da média das quatro faces foram: Duceram LFC- 172.95 $\pm$ 56.84, Fortune

Revisão de Literatura

- 239.15 ± 63.28 , Colorlogic- 241.95 ± 68.30 . Os autores concluíram que a porcelana Duceram LFC pode produzir restaurações com melhor adaptação marginal quando comparadas às cerâmicas Fortune e Colorlogic.

2.2- Agentes Cimentantes.

A resistência à compressão, o módulo de elasticidade e a deformação plástica sob fratura de vários agentes de cimentação odontológicos foram estudados por OILO E ESPEVIK⁴⁵, em 1978. Diagramas de tensão/deformação de amostras cilíndricas à velocidade de 2mm/min e 0.1 mm/min e à 23°C e 37°C revelaram grandes diferenças entre os vários agentes cimentantes utilizados. O cimento de fosfato de zinco exibiu alta resistência, alto módulo de elasticidade e uma pequena deformação plástica à fratura. Um agente resinoso de cimentação também exibiu alta resistência, porém apresentou alta deformação plástica e elástica. O cimento de policarboxilato mostrou baixos valores de resistência e módulo de elasticidade, além de um alto grau de deformação plástica. Os testes realizados em baixa velocidade e a 37° C acentuaram as diferenças entre esses dois materiais e o cimento de fosfato de zinco.

Algumas propriedades físicas dos cimentos de fosfato de zinco, policarboxilato de zinco e de um material resinoso de alta viscosidade para a cimentação de bandas ortodônticas foram analisadas por BAPNA⁵, em 1980. Estes últimos mostraram propriedades de solubilidade e resistência compressiva significativamente superiores em relação aos outros cimentos testados.

Em 1992, JACOBSEN & REES²⁷ discutiram os requisitos básicos de um agente de cimentação para restaurações cerâmicas do tipo *inlay/onlay*, questionando a eficiência dos sistemas adesivos modernos de cimentação. Os sistemas em uso possuem na maioria das vezes presa dual apresentando certas desvantagens como lenta polimerização, degradação química e mais ainda, contração de polimerização. Segundo os autores, esta contração, quando o material é utilizado em conjunto com um adesivo dentinário, pode vir a causar a ruptura de qualquer união formada. Os autores sugerem que os objetivos de um agente de cimentação sejam repensados em vista dos antigos princípios já bem estabelecidos para a cimentação de restaurações metálicas.

A espessura da película de vários sistemas de cimentação foi determinada por SHANE⁵³ et al., em 1992. O método utilizado foi aquele determinado pela especificação nº 8 da ADA para o cimento de fosfato de zinco. Os materiais

Revisão de Literatura

testados foram manipulados de acordo com as recomendações do fabricante. Um aparelho eletrônico com precisão de $0.5\mu\text{m}$ foi recalibrado após cada registro, e cada cimento foi medido dez vezes. A espessura média da película do cimento e o desvio padrão foram calculados para cada grupo. Nove materiais satisfizeram a especificação da ADA para cimentos do tipo I menor que $25\mu\text{m}$, incluindo um cimento de hidroxiapatita, um cimento de ionômero de vidro, cimentos de fosfato de zinco e cimentos de policarboxilato. Cinco outros materiais atenderam a especificação da ADA para cimentos do tipo II que inclui espessuras de até $40\mu\text{m}$. Neste grupo foram incluídos um cimento de ionômero de vidro, um cimento de fosfato de zinco, um cimento híbrido de ionômero de vidro e um agente de cimentação resinoso. Seis sistemas resinosos de cimentação registraram espessuras de película maiores que $40\mu\text{m}$. Os autores concluíram que mudanças se fazem necessárias para adequar-se estes novos agentes de cimentação nas especificações determinadas pela ADA.

A resistência flexural de diversos sistemas de cimentação, aplicados sobre discos padronizados de porcelana feldspáticas e fundida Dicor®, foram testados por ROSENTIEL et al.⁴⁹, em 1992. A espessura da camada do agente cimentante foi de 0,3mm. Os grupos testados foram: (A) Dicor MGC e agente resinoso de cimentação /Silano, (B) Metabond e 4 Meta, (C) Panavia e Silano, (D) Fuji LC e Silano, (E) Ketac-Cem e Zircoalumina, (F) Fosfato de zinco e Tyzor DF, (G) Orto-jet e Silano e um

Revisão de Literatura

grupo de discos sem aplicação de cimento. Todos os discos foram termociclados por 1000 vezes à temperatura de 4-55° C e submetidos ao teste biaxial a uma velocidade 0,5mm/min. O tipo de material de cimentação não pareceu influir na resistência flexural dos discos de Dicor®. O exame destes discos fraturados revelou perda ou fratura do material cimentante. Para a porcelana feldspática houve um aumento significativo na resistência à flexão ($p < 0.05$) dependendo do material de cimentação utilizado. Os grupos G (110 MPa) e B (98MPa) alcançaram os valores mais altos, presumidamente porque quando unidos à cerâmica, reduziram os estresses tênses na interface cimento/porcelana durante a flexão. Os autores concluíram que a escolha do material de cimentação pode ser um fator decisivo na prevenção de fraturas em porcelanas feldspáticas.

O efeito dos agentes de cimentação na resistência à fratura de dois tipos de coroas cerâmicas foi avaliado por McCORMICK et al.³⁵, em 1993. O preparo dental foi executado em pré-molares, apresentando expulsividade de 6°, ombro de 1.2mm e todas as paredes internas arredondadas. Coroas Hi-Ceram® e Dicor® foram cimentadas com cimento de fosfato de zinco, cimento ionomérico e material de cimentação resinoso sem agente de união dentinária, à uma pressão de 6.0lb. Um grupo de dentes hígidos constituiu o grupo controle. As amostras foram levadas a uma máquina de ensaios Instron, onde uma esfera de 5/32 polegadas exerceu

Revisão de Literatura

pressão de compressão na porção central das coroas, à uma velocidade de 0.02 polegadas por minuto, até completa ruptura. O tipo de agente cimentante utilizado não teve influência nos valores de resistência à fratura; As coroas Dicor apresentaram resistência média semelhante àquela obtida por dentes hígidos do grupo controle.

Com o intuito de determinar a resistência à fratura de porcelanas em função da espessura de película do material de cimentação, SHERRER⁵² et al. realizaram um estudo em 1994. Barras de porcelana foram cimentados à blocos de resina composta com cimento de fosfato de zinco e com um agente resinoso de cimentação. Diferentes espessuras de película foram obtidas alterando-se a consistência dos agentes cimentantes em função do tempo e da carga aplicada sobre as amostras durante a cimentação. A espessura de película testada para o fosfato de zinco foi de $33\mu\text{m} \pm 8$ ou $128\mu\text{m} \pm 8$; para o cimento resinoso foi de $26\mu\text{m} \pm 11$ a $297\mu\text{m} \pm 48$. O módulo de elasticidade foi determinado para cada um dos agentes de cimentação. A espessura de película foi determinada 15min após a cimentação, medindo-se a espessura total da amostra e subtraindo-se os valores de espessura dos discos cerâmicos e dos blocos de resina medidos previamente. Um carregamento de compressão foi aplicada por uma esfera de 12,7mm posicionada no centro das amostras, a uma velocidade de 0,5mm/min, em uma máquina de ensaios universal

Instron. Para as amostras cimentadas com fosfato de zinco, a resistência à fratura não sofreu influência da espessura de película do agente de cimentação. Quando o sistema resinoso foi utilizado, um decréscimo gradual na resistência à fratura foi observado e tornou-se estatisticamente significante com espessuras de 300 μ m ou mais. A resistência à fratura das amostras cimentadas com cimento resinoso foi 75% maior quando comparada às amostras cimentadas com fosfato de zinco. Os autores concluíram que a resistência à fratura de porcelanas cimentadas adesivamente parece não sofrer influência da espessura da película do cimento, desde que esta seja mantida dentro dos limites de 300 μ m.

O desgaste ocorrido na interface *inlay*/ agente cimentante foi avaliado *in vitro* por KREJCI et al³², em 1994. Foram confeccionados preparos padronizados MOD em trinta molares hígidos, onde *inlays* de resina composta foram fixados com vários tipos de agentes de cimentação. As amostras foram submetidas à degradação química (solução aquosa de etanol à 75%), abrasão por escova de dente com dentífrício (carga de 2N), cargas cíclicas de mastigação (máximo de 49N, frequência de 1.7Hz) e termociclagem (5°e 55°C, 2min cada). A adaptação marginal dos *inlays* foi medida por microscopia eletrônica de varredura. O desgaste do agente resinoso de cimentação foi medido em seis pontos diferentes ao final do teste longitudinal por meio de um perfilômetro. *Inlays* confeccionados em resina composta híbrida com

Revisão de Literatura

partículas pequenas apresentaram o menor desgaste estrutural ($46.8\mu\text{m}\pm 18.6$). Por outro lado, *inlays* em resina híbrida de partículas irregulares ($136.3\mu\text{m}\pm 65.1$) e resina composta convencional ($132.0\mu\text{m} \pm 39.3$) exibiram os maiores índices de desgaste e induziram considerável abrasão nos antagonistas. O desgaste dos agentes cimentantes variou de $11.2 \pm 11.2\mu\text{m}$ a $20.0 \pm 23.6\mu\text{m}$, não havendo diferenças estatisticamente significantes entre os materiais testados. O material resinoso de cimentação sofreu maior abrasão do que os *inlays* confeccionados em resina composta. A adaptação marginal das resinas microparticuladas no início do experimento sofreu deterioração durante a aplicação de forças mesmo quando um sistema adesivo, em conjunto com o agente de cimentação resinoso foi utilizado. As margens dos demais permaneceram estáveis durante a aplicação de forças.

Em 1994, VAN MEERBEEK⁵⁸ et al. compararam treze sistemas resinosos de cimentação em função da espessura de película, consistência e tempo de trabalho baseando-se na especificação da ADA para o cimento de fosfato de zinco e resinas compostas. Todas as três propriedades clínicas relacionadas apresentaram grande variação entre os materiais testados. Uma forte correlação linear foi encontrada entre espessura de película e consistência. Essa relação é salientada pela dependência da temperatura da espessura de película dos agentes resinosos duais. O resfriamento prévio do material aumentou a consistência, resultando numa maior

espessura de película ao aumento de temperatura, enquanto o aquecimento reduziu esta propriedade por baixar a consistência. No entanto, um produto que apresentou tempo curto de trabalho à temperatura ambiente exibiu grande aumento da espessura de película, provavelmente devido a aceleração da reação química de presa. Nenhuma correlação foi encontrada entre espessura de película e o tamanho máximo das partículas ou entre consistência e quantidade de carga por peso.

O efeito da aplicação do silano e a influência do condicionamento com ácido fluorídrico a 10% na resistência ao cisalhamento de três sistemas adesivos indicados para reparo e restaurações de porcelana foram estudados por PACHECO⁴⁷, em 1995. Discos cerâmicos condicionados foram cimentados a cilindros de resina composta, sendo que metade das amostras recebeu uma camada de silano e outra não. A seguir, as amostras foram submetidas a ensaio de cisalhamento em Máquina de Ensaio Universal. O autor concluiu que a aplicação de silano aumentou significativamente a resistência de união da interface porcelana/resina composta. Os maiores valores de resistência de união foram obtidos com a associação dos agentes cimentantes e do silano ao condicionamento com ácido fluorídrico a 10%.

Com a finalidade de avaliar a resistência à tração das porcelanas sob influência de materiais cimentantes CARVALHO¹⁰, em 1997, utilizou o teste bi-axial.

Revisão de Literatura

O autor concluiu que os cimentos de fosfato de zinco e ionômero de vidro mostraram comportamento mecânico semelhante entre si e inferior ao dos agentes resinosos de cimentação. A resistência à tração variou de acordo com o material cimentante e se apresentou maior quando foi utilizada a associação condicionamento ácido/silano/material resinoso.

Em 1997, MAK et al.³³ investigaram a resistência à fratura de quatro tipos de porcelana: feldspática, alumínica, fundida e porcelana enriquecida por leucita. Quarenta pré- molares humanos foram divididos aleatoriamente em quatro grupos de dez e receberam preparo padronizado para coroa total. Após a cimentação com um sistema resinoso, os dentes foram submetidos à fratura por uma máquina universal de ensaios Instron, à uma velocidade de 1.0mm/min, por uma esfera de 4.0mm posicionada na porção central das coroas. O resultado obtido pelo teste de variância revelou diferenças estatísticas entre os grupos. O teste de Tukey indicou que a carga necessária para fratura dos dentes restaurados com Dicor® (1.12kN/ 113,5 Kgf) foi significativamente maior daquela necessária para fratura das porcelanas alumínicas (0.72kN/ 73,0 Kgf) e feldspáticas (0.76kN/ 77,0 Kgf), porém não maior que a carga necessária para fratura da Empress® (0.95kN/ 96.3 Kgf). Não houve diferença estatística nos valores de fratura encontrados para as porcelanas feldspáticas e alumínicas. Com relação ao padrão de fratura, o grupo restaurado com

Revisão de Literatura

Empress® apresentou severa fratura (extensa fratura da porcelana e dente) comparado a nenhuma fratura desta natureza para as porcelanas alumínicas e somente uma fratura desta natureza para as coroas Dicor® e feldspática.

A influência de diferentes sistemas de cimentação na resistência à fratura de porcelanas feldspáticas foi estudada por *GROTEN & PROBSTER*²⁴, em 1997. Cento e vinte coroas totais foram cimentadas a vinte réplicas dentais de aço utilizando seis métodos de cimentação. A resistência à fratura foi testada em um ângulo de 45° e foi determinada o valor máximo de fratura. As coroas foram fraturadas após serem cimentadas com um agente de cimentação sem nenhum tipo de condicionamento de superfície (grupos A, C e E) e depois de serem condicionadas com ácido hidrofúorídico, silanizadas e aplicados adesivo dentinário mais agente cimentante (grupos B,D e F). Os resultados obtidos foram: Fosfato de zinco 293.3 Kgf (A) e 282.2 Kgf(B), Ionômero de vidro 217.2 Kgf(C) e 255.4 Kgf (D), e Resinoso 382.2 Kgf(E) e 687.6 Kgf(F). Análise estatística revelou resistência à fratura significativamente maior para as coroas fixadas com cimentação resinosa. Sua união ao modelo de aço após o condicionamento com ácido hidrofúorídico à 10%, silanização e aplicação de adesivo dentinário praticamente dobrou a resistência à fratura . O condicionamento das superfícies internas não melhorou a resistência das coroas cimentadas com cimento de fosfato de zinco e ionômero de vidro.

Revisão de Literatura

A espessura de película e a morfologia das partículas inorgânicas dos agentes resinosos de cimentação foram estudados por SOARES et al.⁵⁵, em 1998. Foram avaliados os seguintes produtos: Variolink nas consistências "High" e "Low" (Vivadent), Enforce (Dentsply), Opal Luting Cement e Resin Cement (3M), Resinomer e Duolink (Bisco). Uma porção (0,1ml) do material de cimentação misturado foi colocada entre duas folhas de polietileno e posicionadas entre duas placas de vidro durante 10min. Decorrido este tempo, foram feitas 4 mensurações em cada amostra com o auxílio de um paquímetro digital (Starrett) com precisão de 10 μ m e escala de 150mm. Foram confeccionados três corpos de prova para cada produto. Para observação da morfologia das partículas inorgânicas, 0,5g dos cimentos resinosos foi dissolvido em 2,0ml de acetona, agitado e centrifugado por 30min a 3000 rpm. O sobrenadante foi descartado e o procedimento acima descrito foi repetido. Após a centrifugação, a solução foi descartada e o precipitado foi seco a 37° C por 12h. Em seguida, as partículas inorgânicas foram observadas em um microscópio eletrônico de varredura. Os valores de espessura de película obtidos foram submetidos a análise de variância e ao teste de Tukey ($p < 0.05$). Os valores apresentados pelo Variolink "High" (60 μ m) e Enforce (53 μ m) não diferiram estatisticamente entre si ($p < 0.05$), assim como o Resinomer (34 μ m) e Duolink (32 μ m) e Resin Cement (17 μ m) e Opal (15 μ m). O cimento Variolink "Low" (42 μ m) foi estatisticamente diferente em relação

Revisão de Literatura

aos demais. A análise por microscopia eletrônica de varredura demonstrou partículas inorgânicas nas formas angulares, esféricas ou arredondadas em tamanhos diferentes. O material Opal Luting Cement e Resin Cement apresentaram valores compatíveis com a especificação para cimentos tipo I da ADA.

Em 1998, BURKE & WATTS⁹ estudaram a influência de diferentes sistemas de cimentação resinosos na resistência à fratura de coroas totais cerâmicas. Preparos padronizados foram realizados em cinco grupos de dez dentes pré molares cada. Coroas cerâmicas foram confeccionadas, suas superfícies internas foram condicionadas com ácido hidrofúorídrico à 10%, e as coroas foram fixadas com os seguintes sistemas de cimentação: grupo A- Mirage ABC e Mirage FLC, grupo B- Sistema Metabond, grupo C -All- Bond 2 e Duo Link, grupo D- Scotchbond Multi Uso Plus e Opal, grupo E- All-Bond 2 e Opal. As restaurações foram submetidas à fratura por um carregamento de compressão realizado por uma esfera de 4.0mm posicionada na região central, com velocidade de 1.0mm/min, em máquina universal de ensaios Instron. As médias de resistência obtidas pelos grupos A, B, C, D e E foram respectivamente 0.77kN (78,0 Kgf), 0.81kN (82.1 Kgf), 0.71kN (72,0Kgf), 1.24kN (125,7 Kgf) e 1.03kN (104,4 Kgf). A análise estatística indicou que os valores obtidos pelos grupos D e E foram significativamente maiores ($p < .05$) em relação aos outros

grupos. Os autores concluíram que a resistência a fratura de coroas totais cerâmicas variou com o sistema resinoso de cimentação utilizado.

DE GOES¹³, em 1998, discorreu sobre a composição dos sistemas resinosos de cimentação, considerando que estes possuem características similares às resinas compostas para restauração, onde a base é o sistema monomérico Bis-GMA (Bisfenol A-metacrilato de glicidila) ou UEDMA (uretano dimetacrilato) em combinação com outros monômeros de menor peso molecular como o TEGDMA (tri-etileno glicol dimetacrilato). Segundo o autor, a adoção de grupamentos funcionais hidrófilos modificou a composição orgânica dos sistemas resinosos de cimentação em relação às resinas compostas e, ainda, propiciou a possibilidade de união com a superfície da dentina. Para complementar a composição, a resina aglutinante foi combinada com partículas cerâmicas e sílica coloidal. As partículas orgânicas se apresentam nas formas angulares, esféricas ou arredondadas, com conteúdo em peso variando entre 36 a 77% e diâmetro variável entre 10 a 15 μ m, dependendo do produto. A maior diferença de composição dos agentes resinosos de cimentação em relação às resinas compostas está no maior percentual volumétrico de partículas que é incorporado na resina aglutinante com o objetivo de adequar a viscosidade do material às condições específicas desejáveis para a função do cimento resinoso.

3 - Proposição

Proposição

O propósito deste estudo foi analisar, *in vitro*, a resistência à fratura de restaurações *inlay* em porcelana, fixadas por diferentes sistemas de cimentação.

4 - Materiais e Métodos

4.1- Delineamento Experimental

O fator em estudo foi a resistência à fratura de *inlays* cerâmicos em cinco níveis, sendo quatro experimentais: Fosfato de zinco, Enforce, Resin Cement e Opal e um controle sem uso de agente de fixação. A variável foi a resistência em Kgf verificada através de cinquenta unidades experimentais representadas por molares inferiores humanos hígidos extraídos e preparados.

4.2- Seleção dos Dentes

Foram selecionados 50 molares humanos inferiores hígidos , recém extraídos, livres de trincas ou defeitos hipoplásicos, com dimensões semelhantes^{6,7,8,9,16}. Os dentes foram limpos com curetas periodontais e pasta de pedra pomes e água, sendo armazenados em solução salina à 0,9%³³.

4.3- Inclusão dos Dentes

Os dentes foram incluídos em resina de poliestireno, vertida em tubo de PVC de 20mm, até 4.0mm da junção amelo-cementária. Para que os dentes pudessem ser posicionados sobre os tubos de PVC de maneira estável, foram feitas perfurações de 9mm em lâminas radiográficas, os dentes foram encaixados nestas perfurações e

fixados com cera azul. Aguardou-se um tempo de presa da resina de 6h para proceder-se a remoção das lâminas, quando então as amostras foram colocadas em umidade relativa por 24h previamente à realização dos preparos¹⁷ (Fig. 4.1)

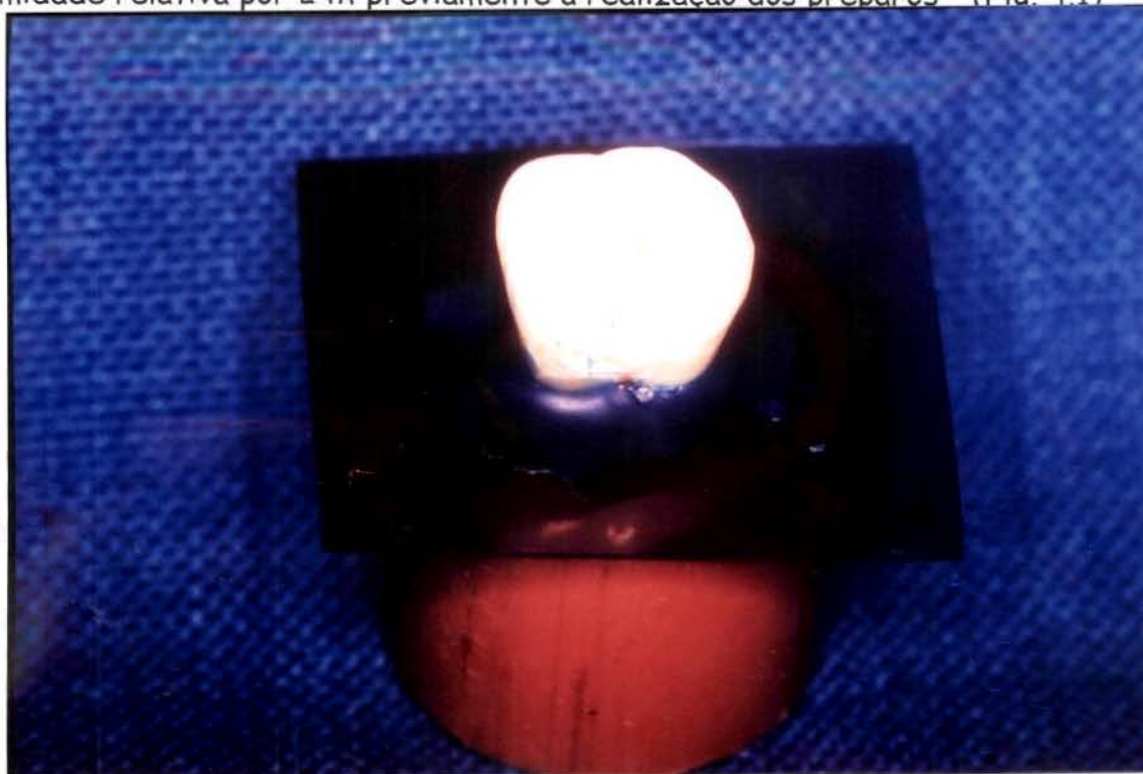


Fig. 4.1- Dente incluído em resina de poliestireno

4.4- Preparo dos Dentes

Os dentes receberam preparos MOD padronizados para *inlays* de porcelana^{15,32} (fig. 4.3) com o auxílio de pontas diamantadas 4137* promovendo expulsividade aproximada de $6^{\circ 6,33}$. Para a padronização dos preparos, um microscópio óptico* foi adaptado para este fim^{34,40} (Fig 4.2). O dente incluído era

* Kg Sorensen

* Ataxi Pentax

Materiais e Métodos

movido no sentido méso-distal e vestibulo lingual através do charriot para a confecção do desgaste oclusal. A profundidade era obtida através da movimentação do micrometro e o macrometro do microscópio. As dimensões obtidas no preparo após mensuração foram:

Tabela 4.1: Medidas do preparo

Região	Profundidade (mm)	Largura (mm)
Oclusal	2,0	5,0
Proximal	4,0	5,0

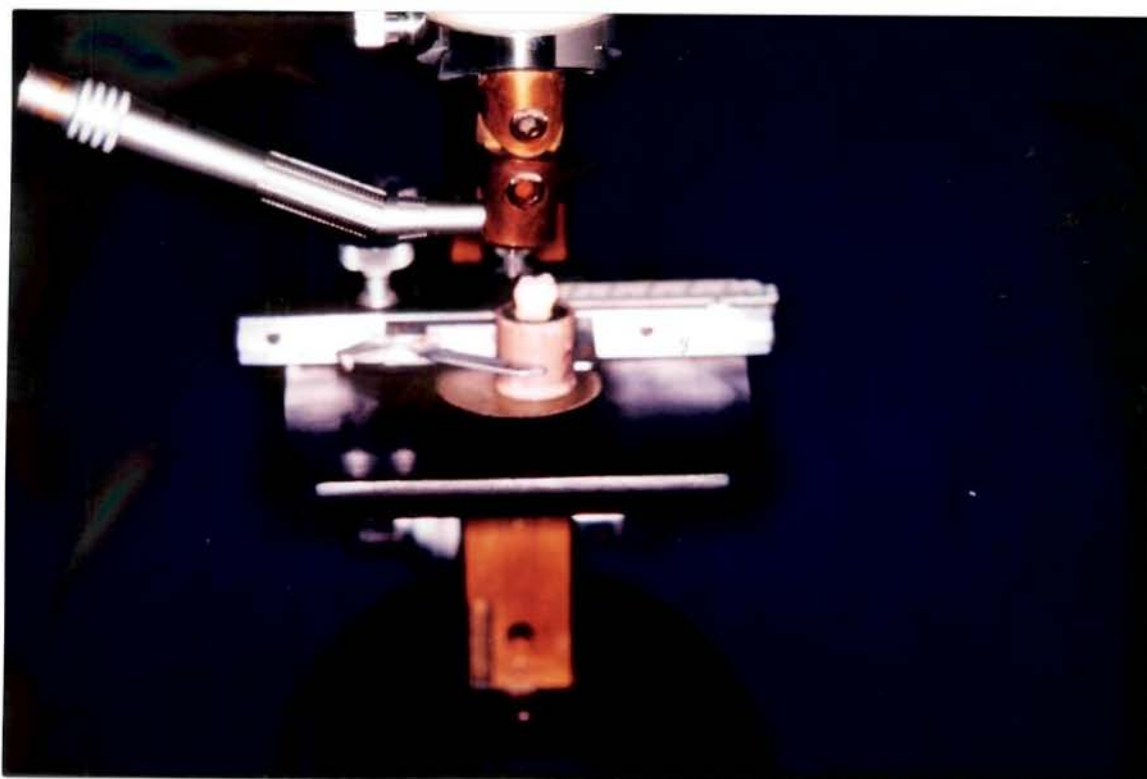


Figura 4.2- Dispositivo adaptado de um microscópio para confecção do preparo

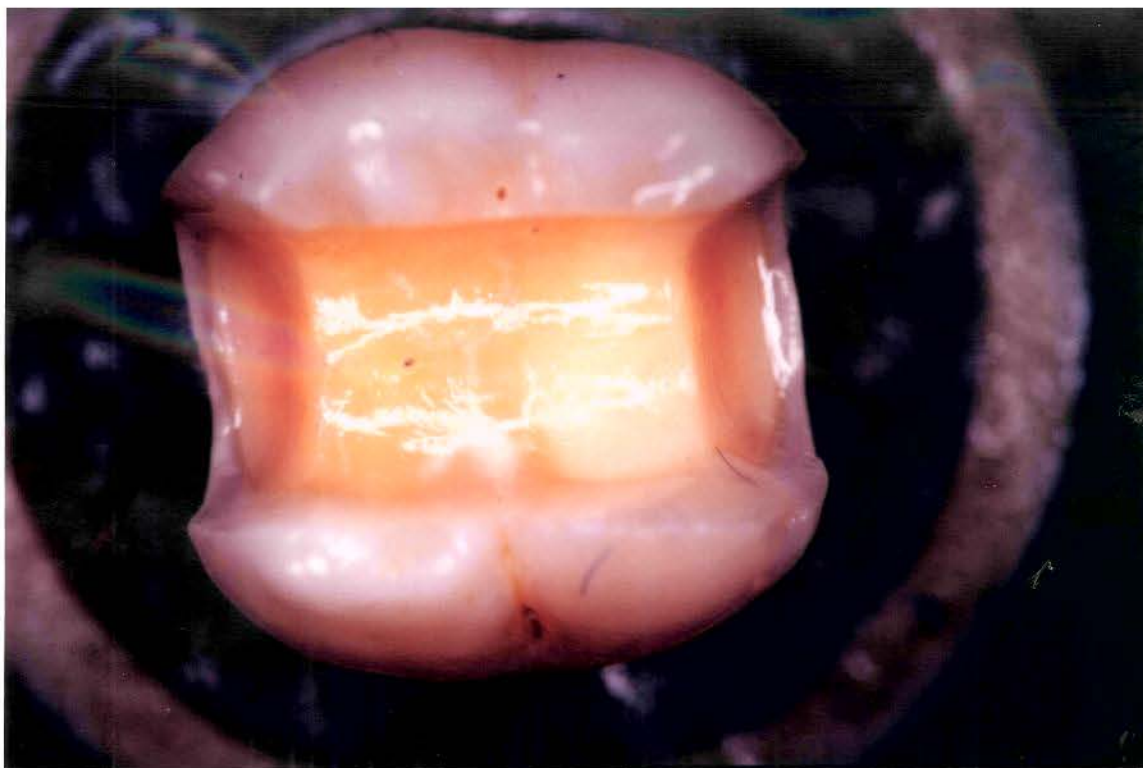


Figura 4.3- Preparo dental

Durante as fases seguintes do experimento, os dentes foram mantidos em umidade relativa^{6,7,8,33} até o início do ensaio mecânico.

4.5- Confeção dos Inlays em Porcelana

Os *inlays* foram confeccionadas utilizando-se cerâmicas de alta* e baixa** fusão de acordo com as recomendações do fabricante, como descrito no Anexo 1, Quadro 1 (Fig 4.4).

* Duceram Plus- Degussa S.A.

**Duceram LFC - Degussa S.A.

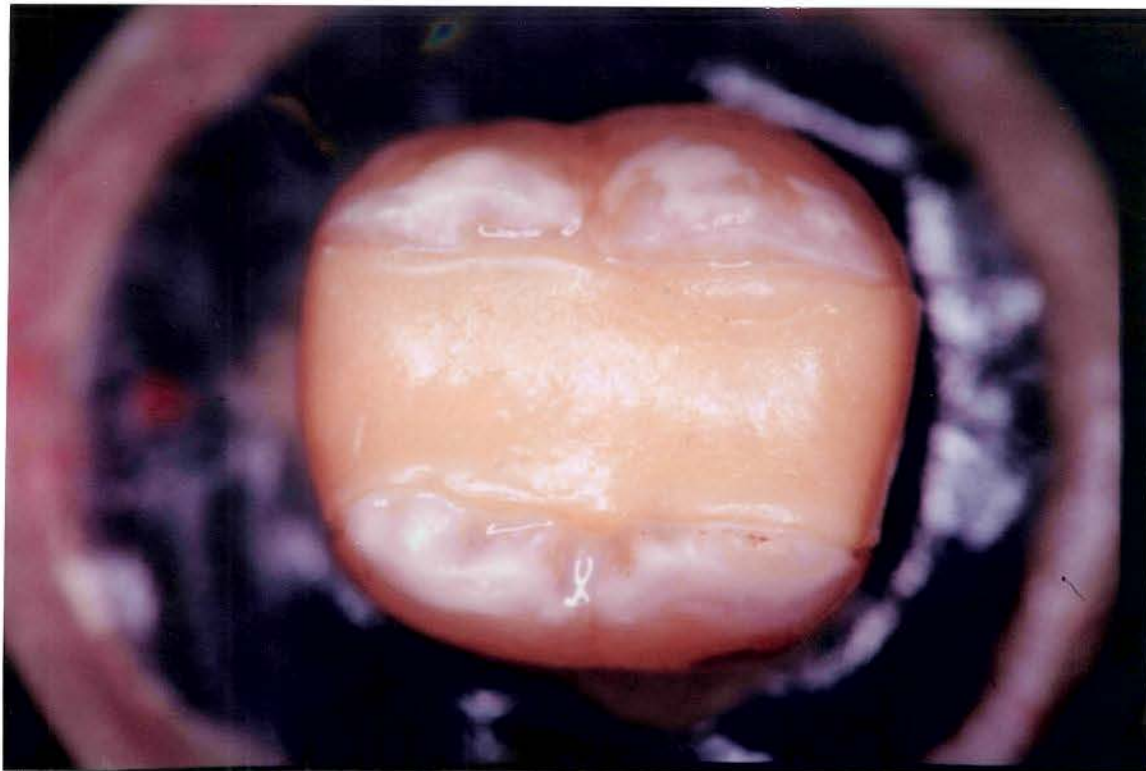


Fig. 4.4- *Inlay* em porcelana

A espessura de porcelana final desejada foi de $2.0\text{mm} \pm 0.1$ ^{6,7,8,9}, medida através de espessímetro* em três pontos distintos da caixa oclusal. Quando este valor era excedido, os *inlays* eram desgastados externamente com pontas diamantadas em baixa rotação; quando este valor era inferior ao desejado, porcelana de baixa fusão era novamente acrescentada e sinterizada. Após a obtenção da espessura padrão, os *inlays* foram limpos com vapor de água quente. Foi aplicado o glaze[▲] final e feita a última sinterização. As temperaturas referentes às etapas de confecção da porcelana podem ser encontradas no Anexo 2, Quadro 2.

* Bioart

▲ Glaze- Degussa S.A.

Materiais e Métodos

4.6- Materiais Utilizados

Os materiais utilizados neste experimento estão listados no quadro abaixo e no Anexo 3:

Quadro 4.1: Materiais utilizados no experimento

Materiais	Indicação	Fabricante
Duceram Plus	Porcelana de alta fusão	Degussa S.A.
Duceram LFC	Porcelana de baixa fusão	Degussa S.A.
Prime & Bond 2.1	Sistema adesivo	Dentsply Ind. Com. LTDA
Scotchbond Multi Uso Plus	Sistema adesivo	3M dental products
Fosfato de zinco	Agente cimentante	SS White
Enforce	Agente cimentante	Dentsply Ind. Com. LTDA
Resin Cement	Agente cimentante	3M dental products
Opal	Agente cimentante	3M dental products

Materiais e Métodos

4.7- Grupos Experimentais:

Através do delineamento estatístico baseado em testes preliminares, foi determinada a aleatorização dos dentes em blocos, com cinco grupos experimentais e dez repetições. Os grupos foram divididos em A, B, C, D e E (Quadro 4.2), a saber:

Grupo A: Sem agente de cimentação (controle)

Grupo B: Fosfato de zinco

Grupo C: Prime & Bond 2.1 e Enforce

Grupo D: Scotchbond Multi Uso Plus e Resin Cement

Grupo E: Scotchbond Multi Uso Plus e Opal

Quadro 4.2: Grupos experimentais

Grupos	Tratamento
A	Sem cimento
B	Fosfato de zinco
C	Prime & Bond 2.1 +Enforce
D	SBMPP + Resin Cement
E	SBMPP + Opal

4.8- Cimentação dos inlays

As restaurações cerâmicas foram fixadas aos dentes preparados de acordo com as recomendações de cada fabricante, sendo a ordem de aplicação dos sistemas de cimentação realizada aleatoriamente.

Grupo A - Controle

Este grupo não recebeu nenhum agente de cimentação, sendo os *inlays* somente assentados sobre o preparo dental.

Grupo B- Fosfato de Zinco

Foi utilizada a medida mínima recomendada: 1 colher de pó ($1,4 \pm 0,04\text{g}$) para 4 gotas de líquido ($0,4 \pm 0,04\text{ml}$). O pó foi dividido em 4 partes iguais; uma das 4 partes foi dividida em 2 partes iguais. O pó foi incorporado ao líquido, começando com 1/8 das partes. Após a adição de cada uma das partes do pó ao líquido, o cimento foi espatulado até obtenção de uma massa lisa e homogênea. O tempo total de espatulação foi de 1,5 min; O cimento foi aplicado na superfície interna da

Materiais e Métodos

porcelana e o *inlay* foi assentado sobre o preparo. Os excessos foram removidos com uma sonda exploradora número 5. O conjunto *inlay*/cimento/dente foi colocado em prensa hidráulica, com pressão de cimentação de 5Kg, por 10 min¹⁷.

Grupo C- Prime & Bond 2.1 + Enforce

Os *inlays* receberam na superfície interna condicionamento com ácido hidrofluorídrico à 10% por 4 minutos^{9,10,26,47,61}. O ácido foi lavado por 10s com jato de ar-água e secado por 5s. Para o tratamento químico interno da peça, foram misturadas uma gota do silano primer com uma gota do silano ativador em recipiente fornecido pelo fabricante. A mistura foi tampada e aguardou-se 5min antes da sua aplicação com pincel na superfície interna do *inlay*.

Iniciou-se o condicionamento dental com a aplicação de ácido fosfórico a 37% por 30s. O ácido foi lavado com jato de ar-água por 15s e secado por 2s com ligeiro jato de ar. O sistema adesivo Prime & Bond 2.1 foi aplicado sobre todo o esmalte e dentina condicionados. Esperou-se 20s para realização da fotopolimerização^o, que durou também 20s.

^o Curing Light XL 1000 (3M Dental Products)

Materiais e Métodos

Quantidades iguais ($0,6g \pm 0,03$) de pasta matizada e pasta catalisadora do agente cimentante Enforce foram pesadas e misturadas por 15s com espátula de plástico fornecida pelo fabricante. Esta mistura foi aplicada na superfície interna da restauração e esta foi posicionada no preparo dental com pressão digital. O conjunto dente/agente cimentante/*inlay* foi posicionado em prensa hidráulica, onde uma carga de 5Kg exerceu compressão na superfície oclusal dos *inlays*, durante 10 min¹⁷, sendo o excesso de material removido com esponjas de limpeza. Decorrido este tempo, os dentes foram removidos da prensa hidráulica e as superfícies mesial, distal e oclusal foram fotopolimerizadas* por 30s cada.

Grupo D- Scotchbond Multi Uso Plus + Resin Cement

Os *inlays* receberam na superfície interna condicionamento com ácido hidrofluorídrico à 10% por 4 minutos^{9,10,26,47,61}. O ácido foi lavado por 10s com jato de ar-água e seco por 5s. Na superfície interna da porcelana condicionada, foi aplicado o primer cerâmico com auxílio de um pincel aplicador. No preparo dental foi feito condicionamento com ácido fosfórico à 37% , por 15s. O ácido foi lavado por

* Curing Light XL 1000 (3M Dental Products)

Materiais e Métodos

15s e secado por 2s com ligeiro jato de ar. Foi aplicado ativador do primer ao preparo com pincel aplicador. O ativador foi secado com ligeiro jato de ar por 5s. Aplicou-se o primer ao preparo com outro pincel aplicador. Este foi secado com ligeiro jato de ar por 5s. Foi aplicado catalisador ao preparo e à superfície interna do *inlay*, com pincel aplicador.

Quantidades iguais ($0,6g \pm 0,03$) de pasta A e B do agente cimentante Resin Cement foram pesadas e misturadas por 15s com espátula de plástico fornecida pelo fabricante. A mistura foi aplicada à superfície interna do *inlay* e estes foram cimentados aos dentes preparados como descrito em item anterior.

Grupo E- Scotchbond Multi Uso Plus + Opal

Todos os procedimentos anteriormente citados para o grupo D foram repetidos para este grupo. Somente as pastas A e B referentes ao material Resin Cement foram substituídas pelas pastas do cimento Opal, nas cores "clear"- pasta A e "warm"- pasta B.

4.9- Ensaio Mecânico/ Teste de Compressão

Todos os *inlays* foram mantidos em umidade relativa por 24h^{17,33} previamente ao ensaio mecânico. Após este período, os dentes restaurados foram levados a uma máquina de ensaios universal Instron, onde uma esfera de 4.0mm de diâmetro^{6,7,8,33} aplicou carregamento axial de compressão no centro da fossa oclusal, à uma velocidade de 1.0mm/min^{6,7,8,9,15,33}, até completa ruptura (Fig 4.5). Os valores de resistência à fratura obtidos foram submetidos à Análise de Variância e ao teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

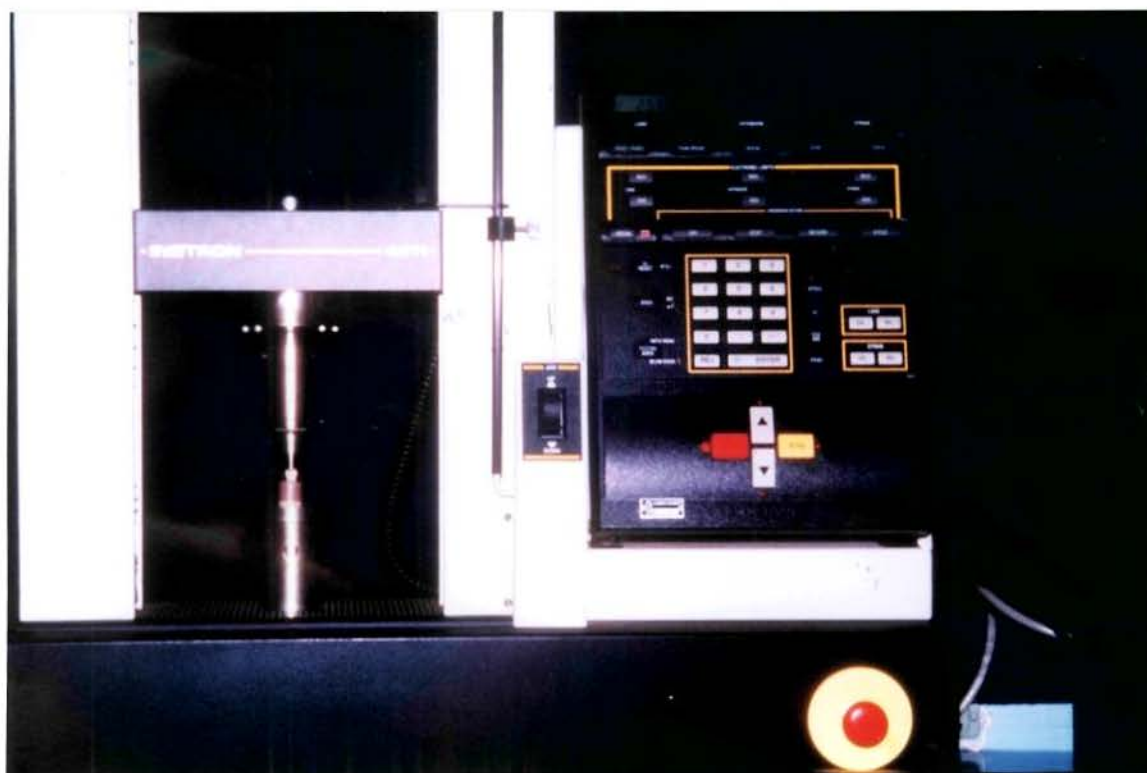


Fig. 4.5- Ensaio de Compressão realizado em Máquina Instron

Materiais e Métodos

Foi realizada microscopia eletrônica de varredura para melhor ilustrar o tipo de união proporcionada pelos agentes cimentantes à estrutura dental (figuras 4.6 e 4.7).

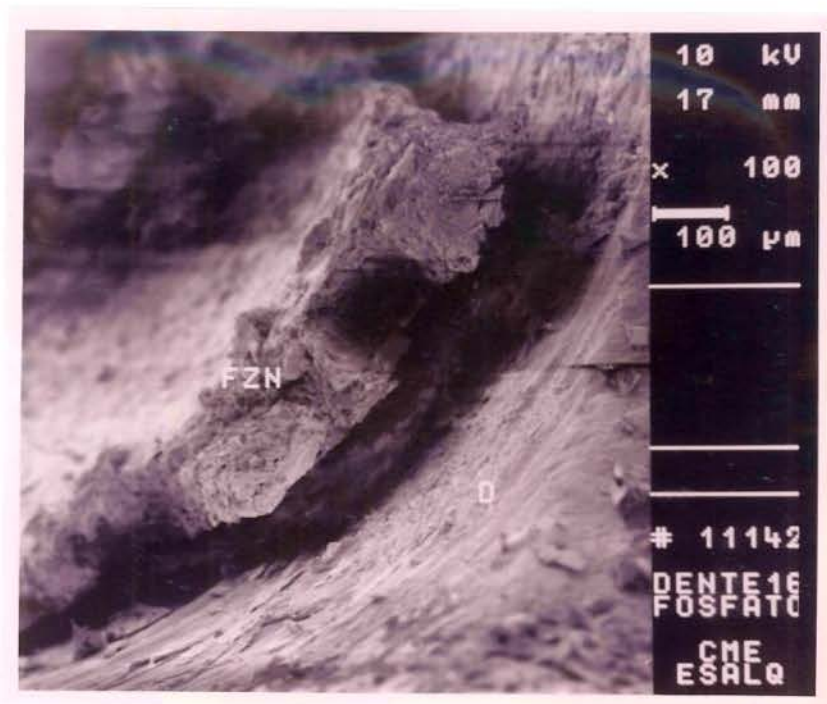


Fig. 4.6- Falha adesiva do cimento de fosfato de zinco.

(D) - dentina

(FZN)- cimento de fosfato de zinco.

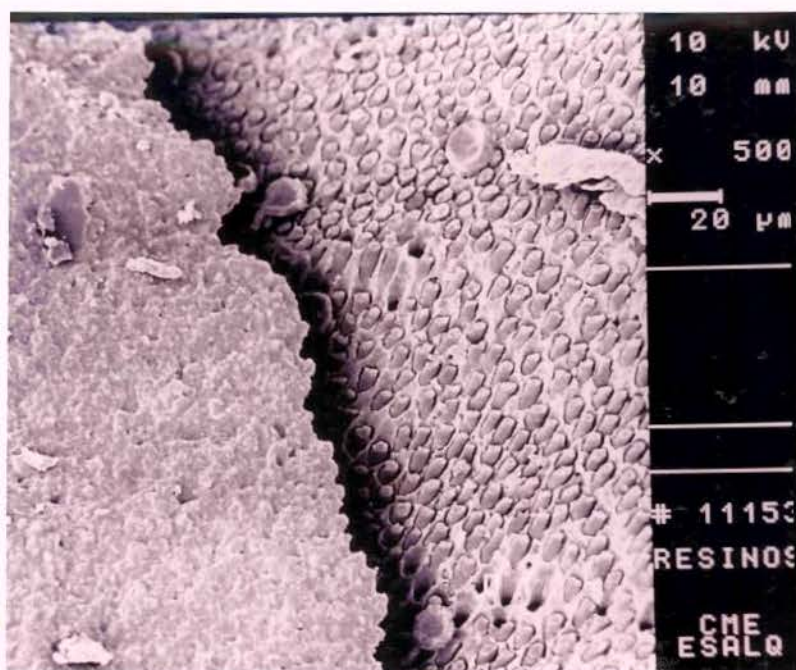


Fig. 4.7- Falha coesiva do sistema resinoso.

(T)- tags de resina

(S)- sistema resinoso.

5- Resultados

Resultados

Para a avaliação dos resultados do teste de resistência à fratura de *inlays* de porcelana, foi realizada análise estatística utilizando-se o teste de Análise de Variância⁶⁰, como observado na Tabela 5.1.

O resultado obtido pelo teste de variância revelou diferenças estatísticas entre os grupos testados, pois F é significativa ao nível de 5%. A fim de melhor evidenciar as diferenças estatisticamente significantes existentes entre os tratamentos, foi aplicado o teste comparativo de Tukey⁶⁰ para os grupos (Tabela 5.2).

Tabela 5.1: Resultados da Análise da Variância

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	PROB. > F
Tratamento	4	365840.407890	91460.1019727	42.628	0.00001
Resíduo	45	96547.7705732	2145.5060127		
Total	49	462388.178464			

$\alpha=5\%$

Coeficiente de Variação: 28.1%

Resultados

Tabela 5.2: Médias de resistência à compressão obtidas através do Teste de Variação Múltipla de Tukey (Kgf).

TRATAMENTO	MÉDIA (DESVIO PADRÃO)
Controle	9,3 (46) a
Fosfato de Zinco	143,9 (23,5)b
Enforce	246,5 (61,4) c
Resin Cement	209,3 (49,5) c
Opal	204,6 (55,1) c

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si.

$\alpha = 5\%$

D.M.S. 5% = 46,0

Como pode ser observado pela Tabela 5.4 e pelo Gráfico 5.2, todos os tratamentos diferiram estatisticamente do grupo controle, sendo que o mesmo apresentou média estatisticamente inferior aos demais.

Analisando-se os dados fornecidos pelo teste de Tukey na Tabela 5.2 e no Gráfico 5.1, verificamos que dentre os grupos onde houve cimentação, o cimento de fosfato de zinco (grupo B) conferiu média de resistência à fratura estatisticamente inferior aos demais grupos. Para os inlays fixados com sistemas resinosos, embora o grupo representado pelo sistema Prime &

Resultados

Bond 2.1 e Enforce tenha apresentado a maior média, não houve diferenças estatisticamente significantes entre eles.

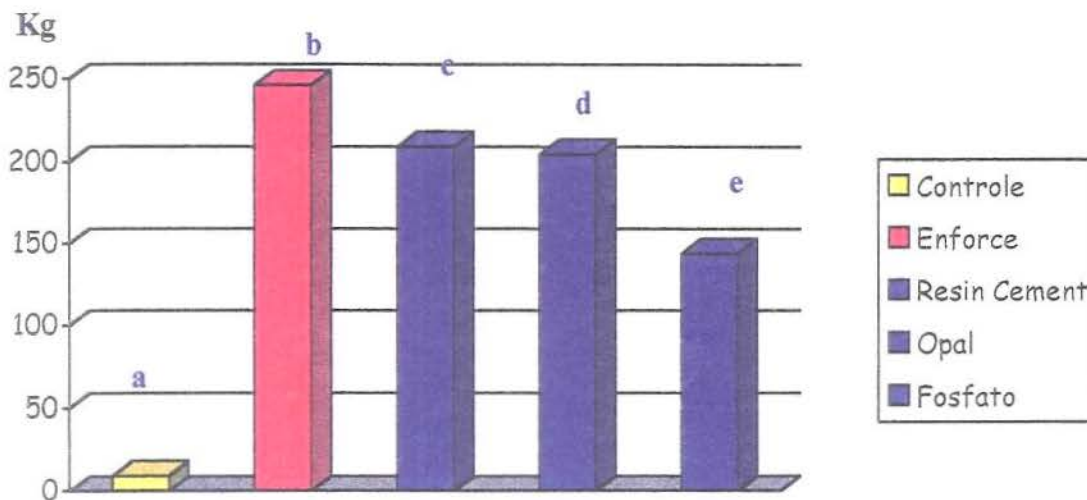


Gráfico 5.2: Resultados do teste de Tukey

Cores iguais indicam semelhança estatística

6 - Discussão

Discussão

Em estudos realizados laboratorialmente não é possível reproduzir-se fielmente o desempenho de um material em estudo quando em função na cavidade oral. Pensando nisto, DIETSHI¹⁵, em 1990, testou várias formas de reprodução *in vitro* de fraturas observadas clinicamente, concluindo que a pressão de compressão realizada por uma esfera, aplicada na superfície oclusal de *inlays* cerâmicos, seria a forma mais adequada. Esta mesma metodologia foi utilizada por diversos autores, como BURKE e WATTS⁶, BURKE^{7,8,9}, DIETSCHI¹⁵, MAK et al.³³, assim como no presente trabalho. Apesar de todas as limitações de um trabalho *in vitro*, a padronização dos procedimentos de aplicação de força aqui realizados permitiu que comparações seguras fossem feitas entre os diferentes sistemas de cimentação utilizados.

No intuito de controlar algumas variáveis que poderiam interferir no resultado final do experimento, alguns procedimentos foram incluídos na metodologia. Os dentes passaram por uma rigorosa seleção, onde somente molares hígidos inferiores, com anatomia e tamanho semelhantes, foram selecionados. Todos os preparos dentais foram feitos de forma padronizada (DIETSCHI¹⁵) permitindo que espessuras iguais a 2.0mm de porcelana (BURKE⁸) fossem alcançadas para todos os *inlays* em estudo, já que a espessura destes materiais tem influência direta na sua resistência (HOPKINS²⁵).

Discussão

O uso de dentes humanos para cimentação tem vários propósitos, dentre eles simular procedimentos clínicos de rotina, proporcionar um núcleo natural para o teste de compressão e avaliar as características únicas de cimentação em dentina com os sistemas adesivos (FERRO et al. ¹⁸). Alguns trabalhos utilizam réplicas de dentes em resina (DWAN¹⁷, JOSEPHSON^{29,30}) ou em metal (DICKINSON et al.¹³, GROTEN E PROBSTER²⁴, PASSI et. al.⁴⁸) como base para cimentação de restaurações. Há de se observar, porém, que a cimentação das porcelanas nestas réplicas não produz a formação de uma camada híbrida, sendo que esta é prontamente observada na cimentação em dentes naturais (SWIFT JR et al. ⁵⁶, VAN MEERBEEK⁵⁹). A íntima união dos sistemas adesivos tanto ao dente quanto ao material restaurador constitui-se na principal razão do sucesso da cimentação com sistemas resinosos (DE GOES¹³, GARONE NETO e BURGER ²¹), e sua ausência pode interferir de maneira significativa na resistência final de uma restauração (MESAROS³⁹, CARVALHO¹⁰).

Para melhor verificar-se a friabilidade inerente aos materiais cerâmicos (ANUSAVICE², BANKS ⁴, CARVALHO ¹⁰, Mc LEAN ³⁷), um grupo controle composto por *inlays* não cimentados sobre os dentes preparados foi submetido ao teste de compressão. Os baixos valores de resistência obtidos por este grupo evidenciaram a grande friabilidade da porcelana, além de sua baixa resistência à tração, implicando

Discussão

cl clinicamente na impossibilidade de realização de ajustes oclusais antes que estas sejam devidamente cimentadas. Ficou também evidenciado a influência da cimentação no aumento da resistência final destas restaurações.

Alguns pesquisadores (ÅBERG et al.¹, DIETSCHI et al.¹⁵, DWAN¹⁷, JOSEPHSON et al.^{29,30}, Mc CORMICK et al.³⁵, PASSI et al.⁴⁸) têm estudado o uso de cimentos convencionais na resistência à fratura de coroas totalmente cerâmicas. Neste estudo, quando o cimento de fosfato de zinco foi utilizado, a resistência à fratura dos *inlays* foi reduzida a valores significativamente menores quando comparados àqueles cimentados com sistemas resinosos. As justificativas para este fato baseiam-se principalmente nas propriedades físicas e de união destes materiais. O cimento de fosfato de zinco apresenta alto módulo de elasticidade (ANUSAVICE¹, GARONE²¹, OILO⁴⁵), não sendo portanto capaz de absorver cargas de compressão e transferi-las de maneira efetiva à estrutura dental, de modo a evitar a fratura. A falta de união (Fig 4.6) deste cimento tanto ao dente quanto à porcelana também implica nesta não distribuição uniforme de cargas. Estes materiais também apresentam resistência à tração e à compressão inferiores às apresentadas pelos materiais resinosos de cimentação (ANUSAVICE¹, BANKS⁴, CARVALHO¹⁰, GARBER e GOLDSTEIN²⁰, GARONE NETO e BURGER²¹, OILO⁴⁵, SCHERRER et al.⁵²).

Discussão

Devido ao extenso uso de cimentos convencionais por mais de um século na odontologia, há uma tendência por parte dos profissionais de continuarem utilizando-os para quaisquer fins, o que resulta em insucesso das restaurações cerâmicas por falta de suporte e conseqüente fratura. Alguns autores, como JOSEPHSON et al.^{29,30}, PASSI⁴⁸ chegam a contra-indicar o uso de porcelanas puras para restauração de dentes posteriores, justificando tal atitude com base na friabilidade inerente à estes materiais, sendo que a real causa do insucesso encontra-se na incorreta indicação do agente cimentante (ÅBERG¹).

Os valores de resistência à fratura de inlays cimentados com sistemas resinosos neste estudo foram bastante satisfatórios, não havendo diferenças estatisticamente significantes entre os três grupos testados. Um fator que pode haver contribuído para esta semelhança estatística seria a proximidade de valores obtidos por estes materiais no teste físico de compressão*: Resin Cement 350Mpa, Opal 378Mpa, Enforce 349Mpa.

Outro fator crítico que poderia interferir na resistência da porcelana e explicar a semelhança estatística entre os valores encontrados para os grupos cimentados com sistemas resinosos seria a espessura de película dos mesmos. Quando esta é muito elevada, além da desadaptação da restauração ao dente,

* Perfil técnico dos agentes cimentantes Resin Cement e Opal da 3M.

Discussão

também dificulta a distribuição de tensões de forma homogênea e a torna mais susceptível à fratura. (DE GOES¹³). Segundo SOARES et al.⁵⁵, dois dos agentes resinosos de cimentação utilizados neste estudo apresentam espessura de película semelhantes: Resin Cement (17 μ m) e Opal (15 μ m). O material Enforce apresenta espessura de película estatisticamente superior aos outros (53 μ m). Sabe-se que a espessura de película depende de fenômenos complexos que incluem fatores como tamanho de partícula, escoamento do agente cimentante, , desenho cavitário, pressão hidráulica, força aplicada na cimentação e outros (DE GOES¹³). Porém, apesar de todos estes fatores serem de grande importância, o fator clínico determinante é a fenda que a restauração indireta forma com o dente (GARONE e BURGER²¹), sendo ela de dimensões variadas (DIETSCHI¹⁵, GIANNINI et al.²², SIERVO et al.⁵⁴, SCHMALZ et al.⁵¹). A pressão uniforme aplicada na cimentação dos *inlays* neste estudo pode ter proporcionado espessuras de película semelhantes para os grupos onde houve cimentação resinosa (DWAN¹⁷, GARONE NETO E BURGER²¹), acarretando em valores de resistência à compressão estatisticamente semelhantes.

A literatura é escassa em relação a trabalhos que comparam o comportamento dos materiais de cimentação entre si, principalmente em relação à resistência proporcionada por estes. Há somente um trabalho desenvolvido por BURKE e WATTS⁹ em 1998, com metodologia semelhante à aqui utilizada, onde

Discussão

foram comparados cinco sistemas de cimentação resinosos em relação à resistência à fratura de restaurações cerâmicas. Os autores encontraram valores aproximados para três grupos, inclusive estatisticamente semelhantes, o que vem de encontro aos achados deste trabalho. Médias estatisticamente superiores foram encontradas pelos grupos cimentados com o sistema Scotchbond Multi Uso Plus e Opal e o sistema Mirage ABC e Opal. Ressalta-se porém que o primeiro citado foi o único grupo de materiais que coincidiu com um grupo aqui testado. No entanto, comparações entre valores, apesar de terem sido bastante satisfatórios, não podem ser feitas, pois o autor utilizou coroas totais cerâmicas cimentadas em dentes pré-molares.

O aumento da resistência à fratura proporcionado pelos sistemas resinosos de cimentação pode ser explicado por vários fatores, dentre eles o sinergismo entre a união do agente cimentante tanto ao dente quanto à porcelana (GARONE NETO E BURGER²¹, PACHECO⁴⁷, GARBER e GOLDSTEIN²⁰), garantindo a estabilidade e a integridade que permitem à estrutura dental oferecer apoio total à restauração, protegendo-a contra o deslocamento e a deflexão, tornando o conjunto resistente a forças oclusais (NATHANSON⁴⁴). Além disso, esses sistemas fornecem uma zona adequada para o alívio de estresses potenciais entre a porcelana e a estrutura dental subjacente (NATHANSON⁴⁴), pela suas características de resiliência, que

Discussão

superam a dos cimentos convencionais (ANUSAVICE ², OILO 45). Para que a resistência do conjunto seja máxima, não basta somente o uso de um material resinoso de cimentação. A incorporação de agentes de união dentinária (BURKE & WATTS^{7,9}, GOMES²³, Mc LEAN³⁷, OILO & SPEVIK^{45,46}), conjuntamente com o condicionamento químico interno da porcelana (BURKE & WATTS⁷, GOMES²³, OILO & SPEVIK^{45,56}), promovem união do material restaurador ao dente, aumentando-se a resistência final do conjunto. Comprovação deste fato está no trabalho de Mc CORMICK et al.³³, onde coroas totais cerâmicas foram fixadas com cimento de fosfato de zinco, ionômero de vidro e um material resinoso de cimentação sem a aplicação de um agente de união dentinária, não sendo observadas diferenças estatisticamente significantes de resistência entre os três grupos, sendo que a literatura comprova (ÅBERG et al.^{1,7}, BURKE & WATTS⁷, BURKE⁸, CARVALHO¹⁰, CROCKER¹², DWAN¹⁷, GROTEN & PROBSTER²⁴, MESAROS³⁹) a superioridade dos materiais resinosos quando associados aos sistemas adesivos.

Um outro fator responsável pelo aumento da resistência das porcelanas dada pelos sistemas resinosos de cimentação foi proposto por NATHANSON⁴⁴, em 1996, ao afirmar que apesar da contração de polimerização da resina ser considerada maléfica, ela pode, dentro de certos limites, ajudar a reforçar a porcelana, por exercer uma força sobre sua superfície interna capaz de estressar as moléculas

Discussão

deste material fazendo com que se aproximem ao invés de se afastarem, unindo então pequenas fendas que podem funcionar como pontos de concentração de stress desencadeadores de fraturas (Mc LEAN^{36,37,38}).

Alguns autores (BURKE et al.⁶, DICKSON¹⁴, McCORMICK³⁵), com base nos resultados obtidos laboratorialmente, afirmam que dentes restaurados com porcelana são tão quanto ou até mais resistentes que dentes hígidos. No entanto, os valores de resistência obtidos *in vitro* não devem ser considerados absolutos, pois a metodologia empregada para submeter os dentes à fratura é de natureza estática, comparada à forças de repetição dinâmicas a que os dentes estão constantemente expostos no meio oral. Além disso, clinicamente, as condições são menos favoráveis, pois toda restauração sofre constantemente diferentes tipos de stress, como falhas causadas por fadiga, que podem ocorrer como resultado da propagação de fendas com cargas repetitivas (ANUSAVICE², JONES²⁸), além de desgaste do material cimentante (FRIEDL¹⁹, KREJCI et al.³²) e microinfiltração (SCHMALZ et al.⁵¹)

Os sistemas adesivos modernos promovem efetiva união do dente à restauração por meio da formação de uma camada híbrida e da formação de tags em dentina (SWIFT JR et al.⁵⁶, VAN MEERBEEK et al.³⁹) (Fig. 4.7). No entanto, apesar desta forte união ser benéfica em termos de vedamento, proteção, deslocamento e

Discussão

microinfiltração, ela também pode levar a fratura do remanescente dental em níveis variados, quando altas cargas de compressão incidem sobre o dente restaurado (CROCKER¹², DIETSHI¹⁵, JACOBSEN & REES²⁷). Neste estudo, os *inlays* cimentados com fosfato de zinco sofreram fratura independentemente da estrutura dental; as falhas observadas foram todas adesivas. Por outro lado, quando utilizamos sistemas resinosos para cimentação, todos os *inlays* falharam coesivamente, levando consigo parte da estrutura dental a que estavam unidos. Isto também pôde ser observado por CROCKER¹² e por DIETSCHI¹⁵ et al. Por este ponto de vista, esta forte união proporcionada pelos sistemas adesivos é desvantajosa, pois uma restauração pode ser facilmente substituída, porém o mesmo não pode ser dito para a estrutura dentária. Como os *inlays* não são capazes de proteger o remanescente dental por falta de cobertura das cúspides, o ideal seria que sofressem fratura antes que esta chegasse a atingir o remanescente dental.

Trabalhos futuros se fazem necessários para a avaliação de outros elementos essenciais para o sucesso destas restaurações, como testes de tração, de resistência ao desgaste do material de cimentação, de microinfiltração e principalmente, estudos clínicos longitudinais.

7 - Conclusões

Conclusões

Com base nos resultados obtidos neste estudo, podemos emitir as seguintes conclusões:

- ⇒ A resistência à fratura dos inlays em porcelana está diretamente relacionada ao agente cimentante utilizado;
- ⇒ Os inlays cimentados com fosfato de zinco obtiveram estatisticamente os menores valores de resistência à fratura ao nível de significância de 5%;
- ⇒ Os agentes de cimentação resinosos Enforce, Resin Cement e Opal não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre eles;

8 - Referências Bibliográficas

Referências Bibliográficas

- 1 ÅBERG, C.H., van DIJKEN, J.W., OLOFSSON, A.L. Three-year comparison of fired ceramic inlays cemented with composite resin or glass ionomer cement. **Acta Odontol. Scand.**, Oslo, **52(3)**:140-9, Jun. 1994.
- 2 ANUSAVICE, K.J. **Phillips Science fo Dental Materials**. 10ed. Ed. W.B. Saunders Co., 1996, 709p.
- 3 _____ Recent developments in restorative dental ceramics. **J. Am. dent. Assoc.**, Chicago, **124**: 72-84, Feb.1993.
- 4 BANKS, R. G. Conservative posterior ceramic restorations: A literature review. **J. prosthet. Dent.**, Saint Louis, **63(6)**:619-26, Jun. 1990.
- 5 BAPNA, M.S., Physical properties of ZnO base and resin cements. **Angle Orthod.**, Appleton, **50(1)**:67-70. Jan.
- 6 BURKE,F.J.T., WATTS, D.C. Fracture resistance of teeth restored with dentin-bonded crowns. **Quintessence int.**, Berlin, **25(5)**:335-40, 1994.
- 7 _____. The effect of variations in bonding procedure on fracture resistance of dentin-bonded all-ceramic crowns.

Referências Bibliográficas

- Quintessence int.**, Berlin, 26(4):293-300, 1995.
- 8 _____, Effect of luting systems on fracture resistance of dentin-bonded crowns. **J. dent. Res.**, Washington, 75:20, 1996[Abstract,24].
- 9 _____, WATTS, D.C. Effect of differing resin luting systems on fracture resistance of teeth restored with dentin-bonded crowns. **Quintessence int.**, Berlin, 29(1):21-7, Jan 1998
- 10 CARVALHO, C.M.L.S. **Resistência à tração da porcelana sob influência de materiais cimentantes**. Piracicaba, 1997. 116p. [Tese- Mestrado- Faculdade de Odontologia de Piracicaba da UNICAMP].
- 11 CHRISTENSEN, G. J. Tooth colored inlays and onlays. **J. esthet. Dent.**, Ontario, 12-E-17-E, Sep. 1988. [special issue]
- 12 CROCKER, W.P. The cementation of porcelain jacket crown with adhesive resins. **Br. dent. J.**, London, 25:64-7, Jan. 1992.
- 13 DE GOES, M. F. **Cimentos Resinosos**. In: CHAIN, M.C., BARATIERI, L.N. **Restaurações estéticas com resina composta em dentes posteriores**. São Paulo, Artes Médicas, 1998. 176p.

Referências Bibliográficas

- 14 DICKINSON, J.G. et al. A comparative study of the strength of aluminous porcelain and all-ceramic crowns. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **61**(3):297-304, Mar. 1989.
- 15 DIETSCHI, D. et al. In vitro resistance to fracture of porcelain inlays bonded to tooth. **Quintessence int.**, Berlin, **21**(10): 823-31, 1990.
- 16 _____, MAEDER, M., HOLZ, J. In vitro evaluation of marginal fit and morphology of fired ceramic inlays. **Quintessence int.**, Berlin, **23**(4): 271-8, Apr. 1992.
- 17 DWAN, A., et al. Effect of cement on fracture resistance of all-ceramic crowns. **J. dent. Res.**, Washington, **75**: 284, 1996. [Abstract, 2136].
- 18 FERRO, K.J., MYERS, M. L., GRASER, G. N. Fracture strength of full-contoured ceramic crowns and porcelain-veneered crowns of ceramic copings. **J. prosthet. Dent.**, Saint Louis, **71**(5):462-7, May. 1994.
- 19 FRIEDL, K.H. In- vivo evaluation of a feldspathic ceramic system: 2-year results. **J. Dent.**, Oxford, **24**(1-2): 25-31, Jan-Mar. 1996.

Referências Bibliográficas

- 20 GARBER, D. A., GOLDSTEIN, R.E. **Inlays e onlays de porcelana e resina composta.** São Paulo, Ed. Quintessence, 1996. p.32-6.
- 21 GARONE NETO, N., BURGER, R.C. **Inlay e onlay metálica e estética.** São Paulo, Ed. Santos, 1998, p.233.
- 22 GIANNINI, M. et. al. Adaptação marginal de diferentes porcelanas utilizadas na confecção de onlays. **XV Reunião Científica da SBPqO., 15:100, 1988[Abstract BO17]**
- 23 GOMES, J. C. **Odontologia estética. Restaurações adesivas indiretas.** São Paulo, Ed. Artes médicas, 1996. p.41-100.
- 24 GROTEN, M. PROBSTER, L. The influence of different cementation modes on the fracture resistance of feldspatic ceramic crowns. **Int. J. Prosthodont., 10(2):169-77, Mar. 1997.**
- 25 HOPKINS, K. An investigation into the role of porcelain thickness in determining the load-carrying capacity of porcelain laminates. **Dent. Mater., Washington, 23:201-4, Sep. 1989.**
- 26 ISIDOR, F., BRONDUM, K. A clinical evaluation of porcelain inlays. **J. prosthet. Dent., Saint Louis, 74(2): 140-4, May 1995.**
- 27 JACOBSEN, P. H., REES, J. S. Luting agents for ceramic and

Referências Bibliográficas

- polymeric inlays and onlays. *Int. dent. J.*, Guildford, 42: 145-9, 1992.
- 28 JONES, D. W. Development of dental ceramics. *Dent. Clin. N. Am.*, Philadelphia, 29(4):621-44, Oct. 1985.
- 29 JOSEPHSON, B. A . et al. A compressive strength study of an all-ceramic crown. *J. prosthet. Dent.*, Saint Louis, 53(3):301-3, Mar.1985.
- 30 _____. et al. A compressive strength study of complete ceramic crowns. Part II. *J. prosthet. Dent.*, Saint Louis, 65(3):338-91, Mar.1991.
- 31 KELLY, J. R., NISHIMURA, I., CAMPBELL, S.D. Ceramics in dentistry: Historical roots and current perspectives. *J. prosthet. Dent.*, Saint Louis, 75(1): 18-32, Jan. 1996.
- 32 KREJCI, I., LUTZ, F., GAUTSCHI, L. Wear and marginal adaptation of composite resin inlays. *J. prosthet. Dent.*, Saint Louis, 72(3):233-244, Sep. 1994.
- 33 MAK, M. QUALTROUGH, A.J.E., BURKE, F.J.T. The effect of differ ceramic materials on the fracture resistance of dentin-bonded

Referências Bibliográficas

- crowns. *Quintessence int.*, Berlin, 28(3):197-203, Mar. 1997.
- 34 MARTINS, L.R.M. *Avaliação da resistência à fratura de raízes debilitadas reconstruídas morfológicamente com materiais adesivos*. Piracicaba 1995. [Tese- Livre Docência- Faculdade de Odontologia de Piracicaba da UNICAMP].
- 35 Mc CORMICK, J.T. et al. Effect of luting media on the compressive strengths of two types of all- ceramic crown. *Quintessence int.*, Berlin, 24(6):405-8, 1993.
- 36 Mc LEAN, J.W. The reinforcement of dental porcelain with ceramic oxides. *Br. dent. J.*, London, 21(6):251-65, Sep. 1965.
- 37 _____. Ceramics in clinical dentistry. *Br. dent. J.*, London, 164(1-6):187-94, Mar. 1988.
- 38 _____. New dental ceramics and esthetics. *J. esth. Dent.*, Ontario, 7(4):141-9, 1995.
- 39 MESAROS, A.J., EVANS, D.B., SCHWARTZ, R.S. Influence of a dentin bonding agent on the fracture load of Dicor. *Am. J. dent.*, San Antonio, 7(3):137-40, Jun. 1994.
- 40 MÜRRER, R. *Avaliação da resistência à fratura de pré-molares*

Referências Bibliográficas

- restaurados como amálgama. Efeito de bases adesivas. Piracicaba, 1998. [Tese de Mestrado- Faculdade de Odontologia de Piracicaba da UNICAMP]
- 41 NASEDKIN, J.N. Porcelain posterior resin-bonded restorations: Current perspectives on esthetic restorative dentistry: Part II. *J. esthet. Dent.*, Ontario, **54**(7): 499-506, Jul.1988.
- 42 _____. Ceramic inlays and onlays: update 1995. *J esthet. Dent.*, Ontario, **61**(8):676-82, Aug.1995.
- 43 NATHANSON, D. Etched porcelain restoration for improved esthetics, part II: Onlays. *Compend. Contin. Educ. Dent.*, **8**(2):105-10, Sep. 1989.
- 44 _____.Princípios do uso de inlays/ onlays como material de restauração In: GARBER D.A., GOLDSTEIN, R.E. *Inlays e onlays de porcelana e resina composta*. São Paulo, Ed. Quintessence, 1996. p.32-6
- 45 OILO, G., ESPEVIK, S. Stress/strain behavior of some dental luting cements. *Acta Odontol. Scand.*, Oslo, **31**(1): 45-9, 1978.
- 46 _____. Flexural strength and internal defects os some

Referências Bibliográficas

- dental porcelains. *Acta Odontol. Scand.*, Oslo, **46**: 313-22, 1988.
- 47 **PACHECO, J. F. M.** Influência do condicionamento e da aplicação de silano na resistência ao cisalhamento da união porcelana-resina composta. Piracicaba, 1995. 94p. [Tese- Mestrado- Faculdade de Odontologia de Piracicaba da UNICAMP]
- 48 **PASSI, P., GIRARDELLO, G.B., VESENTINI, A.** Resistance to fracture of ceramic jacket crowns. *Quintessence int.*, Berlin, **23**(12):845-7, 1992.
- 49 **ROSENTIEL, S.F. et al.** Strength of dental ceramics with adhesive cement coatings. *J. dent. Res.*, Washington, **71**:320, 1992 [abstr. 1719].
- 50 _____, **LAND, M.F., CRISPIN, B.J.** Dental luting agents: A review of the current literature. *J. prosthet. Dent.*, Saint Louis, **80**(3): 280-301, sep 1998.
- 51 **SCHMALZ, G., FEDERLIN, M., REICH, E.** Effect of dimension of luting space and luting composite on marginal adaptation of a class II ceramic inlay. *J. prosth. Dent.*, Saint Louis, **73**(4):392-

Referências Bibliográficas

- 9, Apr. 1995.
- 52 SCHERRER, S.S. et al. Effect of cement film thickness on the fracture resistance of a machinable glass-ceramic. **Dent. Mater.**, Washington, 10:172-7, May 1994.
- 53 SHANE W.N., BDentSc, M.A., ZHAOKUN, Y. Film thickness of new adhesive luting agents. **J. prosthet. Dent.**, Saint Louis, 67(6): 782-5, Jun. 1992.
- 54 SIERVO, S. et al. Where is the gap? Machinable ceramic systems and conventional laboratory restorations at a glance. **Quintessence int.**, Berlin, 25(11): 773-9, Nov. 1994.
- 55 SOARES, A.B. et al. Espessura de película e morfologia das partículas inorgânicas de cimentos resinosos. **XV Reunião Anual da SBPqO**. 15: 97, 1998 [Abstract BOO8].
- 56 SWIFT JR, E.J., PERDIGÃO, J., HEYMAN, H.O. Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art, 1995. **Quintessence int.**, Berlin, 26(2):95-110, Feb. 1995.
- 57 THORDRUP, M., ISIDOR, F., HORSTED-BINDSLEV, P. A one-year clinical study of indirect and direct composite and ceramic

Referências Bibliográficas

- inlays. *Scand. J. Dent. Res.*, Washington, **102**(1-3):186-92, 1994.
- 58 VAN MEERBEEK, B. et al. Dual cure composites- Part II: Clinically related properties. *J. Oral Rehab.*, Oxford, **21**(1-3):57-66, 1994.
- 59 _____, et al. The clinical performance of adhesives. *J. Dent.*, Oxford, **26**(1): 1-20, Jan. 1998.
- 60 VIEIRA, S. *Introdução à bioestatística*. Rio de Janeiro. Ed. Campus, 1980, 294p.
- 61 YEN, T.W., BLACKMAN, R.B., BAEZ, R.J. Effect fo acid etching on the flexural strength of a feldspathic porcelain and a castable glass ceramic. *J. prosthet. Dent.*, Saint Louis, **70**(3): 224-33, 1993.

Anexos

Anexo 1

Quadro 1- Técnica de confecção dos inlays

1	Aplicação de espessador líquido ao preparo dental
2	Moldagem dos dentes com silicona de adição
3	Vazamento do revestimento refratário na moldagem após 24h
4	Obtenção do troquéi refratário
5	Sinterização do troquéi
6	Aplicação do agente selador ao troquéi
7	Sinterização do agente selador
8	Imersão em água destilada do troquéi- hidratação
9	Aplicação da primeira camada de porcelana de alta fusão
10	Confecção de alívios com instrumental lecron
11	Sinterização da porcelana
12	Hidratação do troquéi
13	Aplicação da segunda camada de porcelana de alta fusão
14	Sinterização da porcelana
15	Hidratação do troquéi
16	Aplicação da primeira camada de porcelana de baixa fusão
17	Sinterização da porcelana
18	Hidratação do troquéi
19	Aplicação da segunda camada de porcelana de baixa fusão
20	Sinterização da porcelana
21	Remoção dos inlays dos troquéis refratários
22	Medição da espessura
23	Limpeza do inlay com jato de vapor quente
24	Secagem
25	Aplicação do glaze final

Anexo 2

Quadro 2: Sinterização das porcelanas Duceram Plus e Duceram LFC

Nome	T. I	P. A.	S	Q	V	V.S.	T. F
Duceram Plus							
Sinterização	575	0	5	0	0	55	1100
Connector	575	0	3	2	9	55	970
Dentina 1	575	2	3	3	9	0	950
Dentina 2	575	1	3	3	9	0	940
Duceram LFC							
Dentina 1	450	3	3	2	9	55	660
Dentina 2	450	2	2	2	9	55	655

Legenda:

T.I.- Temperatura inicial

Q- Queima

V- Vácuo

V. S- Velocidade de Subida T. °C/min

T. F.- Temperatura final

P. A.- Pré aquecimento

S- Subida do elevador

Anexo 3

Materiais de Consumo Utilizados

Silicona Deguform- Degussa S.A

Lote 70714810/9

Revestimento Refratário Superfit Pó- Degussa S.A

Lote 618550501

Revestimento Refratário Superfit Líquido- Degussa S.A

Lote 914810801

Duceram Connector Pasta- Degussa S.A

Lote 115150301

Duceram Plus A3,5- Degussa S.A

Lote 905480201

Incisal LFC- Degussa S.A

Lote 1208000601

Ponta Diamantada 4"S N° 4137- KG Sorensen

Cimento Resinoso Opal - 3M LTDA

Lote 19970319

Cimento Resinoso Resin Cement- 3M LTDA

Lote 43876

Cimento Resinoso Enforce- Dentsply

Lote 37051

Cimento de Fosfato de Zinco- SS White

Lote 7845

Sistema Scotch Bond Multi Uso Plus- 3M LTDA

Lote 4328

Ácido Fluorídrico 10%- Dentsply

Lote 36581/2

Anexo 4

*Delineamento Estatístico**Quadro 3: Análise fixando o nível Fósforo de Zinco do fator material*

Estatísticas	Teste
Número Observado	10
Valor Mínimo	111.500000
Valor Máximo	182.600006
Amplitude	71.100006
Total	1439.800050
Média	143.979996
Variância	552.328490
Desvio Padrão	23.501669
D. P. Média	7.431881
Coef. Variação %	16.322870
Coef. Assim.	0.257919
Coef. Curt.	1.996754
Mediana	140.600006
Quartil Inf.	127.699997
Quartil Sup.	161.300003
IC 5% L.S.	160.776047
IC 5% L.I.	127.183945
IC 1% L.S.	168.133606
IC 1% L.I.	119.826385

Anexo 5

Quadro 4: Análise fixando o nível Enforce do fator material

Estatísticas	Teste
Número Observado	10
Valor Mínimo	163.000000
Valor Máximo	353.000000
Amplitude	190.000000
Total	2465.600100
Média	246.559998
Variância	3773.156200
Desvio Padrão	61.426033
D. P. Média	19.424610
Coef. Variação %	24.913220
Coef. Assim.	0.233523
Coef. Curt.	1.951185
Mediana	237.550003
Quartil Inf.	185.199997
Quartil Sup.	294.500000
IC 5% L.S.	290.459630
IC 5% L.I.	202.660370
IC 1% L.S.	309.689970
IC 1% L.I.	183.430023

Quadro 5: Análise fixando o nível **Resin Cement** do fator material

Estatísticas	Teste
Número Observado	10
Valor Mínimo	145.800003
Valor Máximo	297.299990
Amplitude	151.499985
Total	2093.100100
Média	209.309998
Variância	2458.176300
Desvio Padrão	49.579994
D. P. Média	15.678572
Coef. Variação %	23.687351
Coef. Assim.	0.405151
Coef. Curt.	1.982312
Mediana	202.750000
Quartil Inf.	171.399994
Quartil Sup.	242.300003
IC 5% L.S.	244.743561
IC 5% L.I.	173.876434
IC 1% L.S.	260.265350
IC 1% L.I.	158.354645

Quadro 6: Análise fixando o nível **Opal** do fator material

Estatísticas	Teste
Número Observado	10
Valor Mínimo	133.399994
Valor Máximo	296.899990
Amplitude	163.500000
Total	2046.099980
Média	204.610001
Variância	3046.512900
Desvio Padrão	55.195217
D. P. Média	17.454262
Coef. Variação %	26.975817
Coef. Assim.	0.322122
Coef. Curt.	1.760696
Mediana	194.350006
Quartil Inf.	157.500000
Quartil Sup.	255.000000
IC 5% L.S.	244.056641
IC 5% L.I.	165.163361
IC 1% L.S.	261.336360
IC 1% L.I.	147.883652