

BEATRIZ ÁLVARES CABRAL DE BARROS

**INFLUÊNCIA DO TIPO DE SUBSTRATO DENTAL E DA  
ESPESSURA OCLUSAL DE COROAS TOTAIS DE  
CERÂMICA NA SUA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO. UM  
ESTUDO, *IN VITRO*.**

FLORIANÓPOLIS

2004

**INFLUÊNCIA DO TIPO DE SUBSTRATO DENTAL E DA  
ESPESSURA OCLUSAL DE COROAS TOTAIS DE  
CERÂMICA NA SUA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO. UM  
ESTUDO, *IN VITRO*.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração: Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Narciso Baratieri  
Co-orientador: Prof. Dr. Élio Araújo

FLORIANÓPOLIS  
2004

## FICHA CATALOGRÁFICA

Barros, Beatriz Álvares Cabral de

Influência do tipo de substrato dental e da espessura oclusal de coroas totais de cerâmica na sua resistência à compressão. Um estudo in-vitro./ Beatriz Álvares Cabral de Barros – Florianópolis : 2004. 76f: il.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Narciso Baratieri  
Dissertação (Mestrado em Dentística) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, 2004.

Inclui bibliografia

1. Dentes – Coroas Cerâmicas. 2. Coroas Adesivas. 3. Porcelanas dentárias. 4. Resistência à compressão. I. Baratieri, Luiz Narciso. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências da Saúde. III. Título

BEATRIZ ÁLVARES CABRAL DE BARROS

**INFLUÊNCIA DO TIPO DE SUBSTRATO DENTAL E DA ESPESSURA OCLUSAL DE COROAS TOTAIS DE CERÂMICA NA SUA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO. UM ESTUDO, *IN VITRO*.**

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de MESTRE EM ODONTOLOGIA – ÁREA DE CONCENTRAÇÃO DENTÍSTICA e aprovada em sua forma final pelo programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Florianópolis, 30 de março de 2004.

---

Prof. Dr. Mauro Caldeira de Andrada  
*Coordenador de Programa de Pós-Graduação em Odontologia*

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Luiz Narciso Baratieri  
*Orientador*

---

Prof. Dr. Élito Araújo  
*Membro*

---

Prof. Dr. Camillo Anauate Netto  
*Membro*

**“Devemos correr sempre atrás dos  
nossos sonhos. Como um alimento, eles  
nos sustentam.”**

**Celso Kasprzak**

Dedico

À minha amada filha Luíza e aos  
meus pais Edy e Manoel.

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Luiz Narciso Baratieri, pela orientação, incentivo, estímulo e apoio. Por confiar em mim, algumas vezes até mais que eu mesma.

Ao professor Dr. Élito Araújo, pela co-orientação deste trabalho, pelo carinho, atenção, apoio e presteza.

Ao professor Dr. Mauro Caldeira de Andrade pela responsabilidade dispensada ao programa de pós-graduação e por cuidar dos alunos com carinho e dedicação.

Aos professores da Disciplina de Dentística, João Roberto Sanford Lins, César Alves de Andrade, Cleo Nunes de Souza, Luis Antônio Philippi, Antônio Miguel Gil, Dr. Sylvio Monteiro Junior, Dr. Luiz Clovis Cardoso Vieira, por tudo que me ensinaram nesta jornada desde graduação, especialização e mestrado.

Aos meus colegas de mestrado, Danilo, Fabiano Araújo, Fabiano Marson, Isana, Luiz, Paula, Renata, Saulo e Sérgio, por embarcarmos juntos nesta aventura. Pelas alegrias e momentos de descontração. Pelos momentos de muito trabalho que dividimos. Pelas experiências de vida. Obrigada pela convivência!

Ao colega Saulo pela presteza e disposição em me ajudar e pela gentileza de fotografar.

À Isana e Renata por se oferecerem a ajudar com tanto carinho, sempre sorridentes.

Ao colega do mestrado em materiais dentários, Fábio, por ser tão prestativo, por me ensinar a usar a Instron, fazer a tradução do resumo e por se preocupar tanto.

Ao Caio Sena de Paula, pela realização da parte estatística.

À professora Liene Campos, pela revisão e orientações precisas neste trabalho.

Ao Sérgio Machado de Araújo, Ana, Angélica e Márcia, pela execução da parte laboratorial desta pesquisa com tanta alegria e bom humor.

À Leia e ao Richard por sempre estarem lá quando a gente precisa.

À Ana, secretária da pós-graduação, pela eficiência e dedicação.

Aos alunos da graduação pois com eles também aprendemos muito.



## **AGRADECIMENTOS ESPECIAIS**

À minha filha Luiza que sem muito entender o que acontecia, participou mesmo sem ser consultada. Pelas horas que a mamãe esteve ausente, pelo amor que compartilhamos e pelo muito que temos pela frente, OBRIGADA!

À minha mãe Edy, por cuidar da Luiza nos momentos em que eu estive ausente, tornando a realização do meu sonho possível, pelo apoio constante e amor.

Ao meu pai Manoel, por sempre estar presente, por me ajudar tanto, até mesmo sem que eu soubesse, por seu amor que me segura nos momentos difíceis e de fraqueza.

Ao meu irmão Felipe, pelo apoio e ajuda constantes, em todos os momentos da vida e por às vezes me tratar como se eu fosse a caçula. Por ter você sempre comigo e com a Luiza. Obrigada!

Ao meu namorado Adriano, por ser tão companheiro, por estar do meu lado me apoiando mesmo quando tinha seus próprios problemas. Pela atenção que algumas vezes eu não pude te dar, pelos momentos maravilhosos que vivemos juntos. Por seres como tu és, e me aceites como eu sou. Pelo excelente convívio que tens com a minha filha e por trazer para a nossa vida a tua filha, Júlia, com toda sua alegria.

**BARROS, Beatriz Álvares Cabral de. Influência do tipo de substrato dental e da espessura oclusal de coroas totais de cerâmica na sua resistência à compressão. Um estudo, *in vitro*. 2004. 76f. Dissertação (Mestrado em Odontologia – opção Dentística) – Programa de Pós-graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.**

## RESUMO

Através deste estudo, *in vitro*, avaliou-se a influência do tipo de substrato dental e da espessura oclusal de coroas totais cerâmicas na sua resistência à compressão. Quarenta molares hígidos extraídos foram limpos, fixados em resina acrílica autopolimerizável na porção radicular até 2mm aquém do limite esmalte-cimento, e mantidos em água à temperatura ambiente. Os espécimes receberam preparo tipo coroa total. Na oclusal, 20 dentes foram desgastados até a dentina e 20 dentes até esmalte. A redução axial foi de 1,5 mm com margens em esmalte íntegro. Foram confeccionadas coroas totais de IPS Empress 2 e ERIS para IPS-Empress 2 (Ivoclar-Vivadent), segundo as normas do fabricante. Os dentes foram divididos em 4 grupos: Grupo 1 - desgaste oclusal em dentina e restaurações com espessura oclusal de 1mm; Grupo 2 - oclusal em dentina e restaurações com oclusal de 2mm; Grupo 3 - desgaste oclusal em esmalte e restauração com oclusal de 1 mm e Grupo 4 – oclusal em esmalte e restauração com 2mm. As coroas foram cimentadas Variolink II (Ivoclar-Vivadent), seguindo as instruções do fabricante. Os espécimes foram armazenados em água por 24 h e submetidos ao teste de compressão com carga à velocidade de 1mm/min aplicada através de um cilindro metálico de 4 mm de diâmetro, no sulco oclusal principal. O valor da carga para fratura foi anotado. Os resultados foram submetidos aos testes Wilcoxon e Kruskal-Wallis. Não houve diferença estatística significativa entre Grupo 1 (1,65 kN), Grupo 2 (1,79 kN), e Grupo 3 (1,82 kN). O Grupo 4 (1,98 kN) foi estatisticamente mais resistente à compressão ( $p < 0,0006$ ). A fratura tipo I (fissura ou fratura mínima da restauração) foi a mais freqüente.

Palavras-chave – Coroas cerâmicas. Coroas adesivas. Resistência à compressão.

**BARROS, Beatriz Álvares Cabral de. Influência do tipo de substrato dental e da espessura oclusal de coroas totais de cerâmica na sua resistência à compressão. Um estudo, *in vitro*. 2004. 76f. Dissertação (Mestrado em Odontologia – opção Dentística) – Programa de Pós-graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.**

### **ABSTRACT**

This *in vitro* study evaluated the influence of the type of dental substrate and occlusal thickness on compressive strength of all ceramic crowns. Forty freshly extracted human molar teeth were cleaned, embedded in self-curing acrylic resin 2 mm below the cemento-enamel junction and stored in water at room temperature. The teeth were prepared for full crowns. Occlusal reduction was performed into dentin in 20 specimens and into enamel in the other 20 specimens. The axial reduction was 1.5 mm with enamel margins. IPS Empress 2/IPS ERIS all-ceramic crowns (Ivoclar Vivadent) were made, according to the manufacturer instructions. The teeth were divided in 4 groups: Group 1- occlusal reduction in dentin/restorations with 1 mm of occlusal thickness; Group 2- occlusal reduction in dentin/restorations with 2 mm of occlusal thickness; Group 3- occlusal reduction in enamel/restorations with 1 mm of occlusal thickness; and Group 4 occlusal reduction in enamel/restorations with 2 mm of occlusal thickness. The restorations were luted with Variolink II (Ivoclar Vivadent), following the manufacturer instructions. The specimens were stored for 24 hours and then subjected to compressive load at a cross-head speed of 1mm/min. It was used a metal cylinder of 4mm diameter for compressive testing, applied to the center of the occlusal surface and the fracture load was noted. The results were subjected to Wilcoxon and Kruskal-Wallis tests. There were no significant differences among Group 1 (1.65 kN), Group 2 (1.79 kN), and Group 3 (1.82 kN). The Group 4 showed statistically higher compressive strength (1.98 kN) ( $p < 0,0006$ ). Type I fracture (fissure or minimal fracture of the restoration) was the most prevalent. Key-words: Ceramic crowns. Adhesive crowns. Compressive strength.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Molares hígidos extraídos.....	46
Figura 2 - Dente fixado em acrílico.....	47
Figura 3 – a)Ponta diamantada nº 2143 e b)Ponta diamantada posicionada.....	48
Figura 4 – a) Preparo oclusal em esmalte e b) Preparo oclusal em dentina.....	48
Figura 5 – a) Ponta diamantada nº 4137; b) Ponta diamantada posicionada e c)Confecção do preparo axial.....	48
Figura 6 – Preparo tipo coroa total.....	48
Figura 7 – Pontas diamantadas nº 2135 F e FF.....	48
Figura 8 – Desenho esquemático dos preparos.....	49
Figura 9 – Desenho esquemático dos grupos.....	50
Figura 10 – Espaçador aplicado sobre o preparo.....	51
Figura 11 – Enceramento.....	51
Figura 12 – Dispositivo oclusal para o teste de compressão. ....	51
Figura 13– Fixação do enceramento ao anel de inclusão.....	51
Figura 14– Coroas após a injeção de Empress2.....	51
Figura 15– Aplicação da Eris para Empress2.....	52
Figura 16 – Conferindo a espessura oclusal final .....	52
Figura 17 - Coroa total cerâmica concluída.....	52
Figura 18 - a) Condicionamento interno da peça; b) lavagem da peça; c) peça condicionada e seca e d) aplicação do silano.....	53
Figura 19- a) Aplicação do ácido fosfórico; b) lavagem com spray ar-água; c) secagem com papel absorvente; .....	53

Figura 20- a) Rompimento do lacre e b) ativação do adesivo Exite DSC.....	54
Figura 21 – a) aplicação do adesivo na restauração e b) aplicação do adesivo no preparo.....	54
Figura 22 - a) pastas do cimento na proporção 1:1 e b) aspecto homogenio após a mistura.....	55
Figura 23- a) aplicação de cimento na restauração; b) aplicação de cimento no Preparo c) adaptação da peça ao preparo e d) remoção do excesso com sonda exploradora.....	55
Figura 24 - Polimerização por 10 s.....	55
Figura 25 – a) aplicação do gel inibidor de oxigênio; b) polimerização final por 60s na V, L e O .....	56
Figura 26 – a) Máquina Instron Universal Test 4444, b) visão aproximada do painel.....	57
Figura 27 - Espécime posicionado na máquina de teste.....	57
Figura 28 – Desenho esquemático da peça de teste adaptada, visão proximal.....	57
Figura 29 – Desenho esquemático dos tipos de fratura.....	58

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estatísticas descritivas por substratos, valores em kN até ruptura.....	60
Tabela 2 – Comparação entre substratos.....	61
Tabela 3 - Estatísticas descritivas por substratos, valores em kN até ruptura.....	62
Tabela 4 – Comparação entre as espessuras.....	63
Tabela 5 - Estatísticas descritivas por grupos, valores em kN até ruptura.....	63
Tabela 6 – Comparação entre os grupos.....	64
Tabela 7 – Média dos grupos, valores em kN .....	65
Tabela 8 – Fraturas observadas no grupo 1 – dentina, 1mm.....	65
Tabela 9 – Fraturas observadas no grupo 2 – dentina, 2mm.....	66
Tabela 10 – Fraturas observadas no grupo 3 – esmalte, 1mm.....	66
Tabela 11 – Fraturas observadas no grupo 4 – esmalte, 2mm.....	66

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

° C	Graus Celsius
CDA	California Dental Association
µm	Micrometro
GPa	Giga Pascal
IPS	Sistema cerâmico da Ivoclar-Vivadent
h	hora
kN	Kilo Newton
L	Lingual
Min	Minuto
Mm	Milímetro
mm/min	Milímetros por minuto
MPa	Mega Pascal
O	Oclusal
PVC	Poliuretano viscoso concentrado
s	Segundo
USPHS	United States Public Health Service
V	Vestibular

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1 O material: IPS-Empress.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2 IPS-Empress 2.....</b>	<b>23</b>
<b>2.3 IPS Eris para Empress 2.....</b>	<b>25</b>
<b>2.4 Quanto ao preparo.....</b>	<b>26</b>
<b>2.5 Diferentes substratos - Adesão: esmalte x dentina.....</b>	<b>28</b>
<b>2.6 Desempenho clínico.....</b>	<b>32</b>
<b>2.7 Resistência à compressão e metodologia do teste.....</b>	<b>38</b>
<b>3 PROPOSIÇÃO.....</b>	<b>45</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODO.....</b>	<b>46</b>
<b>4.1 Análise estatística.....</b>	<b>59</b>
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>60</b>
<b>5.1 Teste de significância entre substratos.....</b>	<b>60</b>
<b>5.2 Teste de significância entre espessuras .....</b>	<b>62</b>
<b>5.3 Teste de significância entre grupos.....</b>	<b>63</b>
<b>5.4 Fraturas observadas por grupo.....</b>	<b>65</b>
<b>6 DISCUSSÃO.....</b>	<b>68</b>
<b>7 CONCLUSÕES.....</b>	<b>72</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>77</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O material restaurador ideal a ser aplicado em um dente que tenha perdido estrutura dental devido a trauma ou cárie, deve promover a restauração de sua forma, função e idealmente a estética original. Ao mesmo tempo deve haver selamento entre ele e o tecido dental para prevenir a infiltração bacteriana. Porém, são poucos os materiais que preenchem todos estes requisitos e que se aproximam do padrão idealizado.

O uso de cerâmica como material restaurador se dá principalmente por sua qualidade estética, durabilidade, polimento e capacidade de reproduzir a estrutura dental perdida, porém, apresenta algumas limitações: a qualidade da restauração depende, em boa parte, do técnico, e de características do próprio material, como a friabilidade, que resulta em grande número de fraturas. Entretanto, têm-se buscado meios de melhorar suas propriedades sem que haja prejuízo à estética.

Os avanços na ciência dos materiais dentários proporcionaram melhorias nas propriedades físicas e mecânicas das cerâmicas e dos cimentos, aumentando a longevidade das restaurações. Materiais cerâmicos injetados, como o que será usado neste trabalho, possuem excelentes propriedades físicas sendo, por exemplo, mais resistentes à fratura do que as cerâmicas fundidas (RITTER; BARATIERI, 1999).

A cimentação adesiva de restaurações cerâmicas diretamente à estrutura dental permite que as cargas que incidem sobre a restauração sejam dissipadas e transferidas ao dente. Desta

forma, restauração e dente comportam-se como uma só estrutura, aumentando a resistência de ambos (FREEDMAN, 1998).

Burke; Qualtrough; Hale (1995 e 1998) comentaram que coroas cerâmicas adesivas exibem várias características favoráveis, incluindo boa estética e interação marginal com tecidos gengivais, além da possibilidade de serem aplicadas em preparos conservadores, o que minimiza os riscos de danos pulpares. Requerem preparo mínimo em dentina, ou até mesmo em esmalte, quando este ainda está presente. Como indicações estão casos de substituição de coroas convencionais, casos que necessitam de pouco preparo, perda de estrutura dental por erosão, pequeno desalinhamento dental, e até casos em que houve significativa perda de estrutura dental. As contra-indicações incluem margem subgengival, interferência oclusal intensa, hábitos parafuncionais como bruxismo, impossibilidade de isolamento adequado do campo operatório, tecido dental remanescente insuficiente para adesão, paciente com risco de cárie elevado ou com dificuldade de controle de placa ou relutante em receber tratamento restaurador com longevidade ainda não completamente conhecida.

No tratamento, por exemplo, de dentes com erosão dental, algumas vezes o espaço interoclusal entre os dentes superiores e inferiores é mínimo, porém com exposição de dentina (MILOSEVIC; JONES, 1996). Nestes casos seria interessante um preparo mínimo, assim teríamos pequena espessura de cerâmica cimentada sobre dentina, com preservação da estrutura dental remanescente. Em casos onde há infra-oclusão a alteração pode ser maior do que 2 mm, portanto, nenhum desgaste de estrutura dental será necessário, e teremos diferentes espessuras de porcelana sobre esmalte.

O preparo para uma restauração cerâmica deve atender a dois requisitos básicos: proporcionar uma espessura adequada para a restauração e criar um padrão de inserção passiva. Sabe-se que uma espessura mínima de porcelana se faz necessária a fim de garantir à restauração resistência suficiente para suportar os esforços mastigatórios. Todavia, nas variadas situações clínicas, diferentes são as necessidades de desgaste, quando necessário; e diferentes são as espessuras finais da restauração. Preparos maiores e mais profundos tornam mais fracos os dentes, podendo implicar em restaurações unidas à dentina. Em algumas poucas situações clínicas em que há menor necessidade de desgaste, as restaurações podem ficar totalmente unidas ao esmalte. Porém, não há ainda o consenso de como a profundidade do preparo (expondo diferentes substratos, resultando em diferentes espessuras) pode interferir na resistência deste tipo de restauração.

Diante disto, o presente estudo pretende avaliar a resistência à fratura destas restaurações com diferentes espessuras oclusais, sobre diferentes substratos (esmalte/dentina).

## 2 REVISÃO DA LITERATURA <sup>1</sup>

### 2.1 O material: IPS-Empress

Para Phillips (1991) a porcelana é considerada um tipo específico de cerâmica, no entanto, os dois termos são usados indistintamente. As cerâmicas dentais são constituídas por: sílica, a qual pode ser encontrada na forma de vidro amorfo (sílica fundida) ou na forma cristalina (quartzo); feldspato e argila. Nas porcelanas odontológicas, nota-se maior quantidade de feldspato em comparação à argila e sílica. As cerâmicas ( $\text{SiO}_2$ -  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{K}_2\text{O}$ - $\text{CaO}$ - $\text{Na}_2\text{O}$ - $\text{B}_2\text{O}_3$ ) são tipos de vidro, obtidos por meio da fusão de óxidos em alta temperatura, sendo que estes são distribuídos ao acaso em forma desordenada. A incorporação de um material cristalino aumenta a resistência destes materiais, impedindo que a linha de fratura se propague tão facilmente pelas partículas cristalinas, como o faz no vidro. Diversos sistemas cerâmicos foram desenvolvidos na última década, com intuito de aumentar a resistência destes materiais mediante a incorporação de cristais de reforço. A classificação de acordo com a técnica de fabricação inclui a cerâmica prensada, disponível na forma de barras sólidas de cerâmica, as quais são fundidas sob alta temperatura e pressionadas dentro do molde criado através do processo de cera perdida. Um exemplo disponível no mercado é a IPS Empress e IPS Empress 2 (Ivoclar-Vivadent).

Kelly; Nishimura; Campbell (1996) relataram que o sistema IPS Empress veio solucionar o problema de contração das cerâmicas feldspáticas convencionais, as quais

---

<sup>1</sup> Baseada na NBR 10520: 2002 da ABNT

necessitam de aplicação e queima adicionais para atingir o contorno e a adaptação ideais da restauração final. No sistema IPS Empress, as restaurações são fabricadas através da injeção da cerâmica fundida dentro de um molde, onde a mudança dimensional ocorrida durante o resfriamento é controlada pela apropriada expansão do revestimento.

Segundo Dalloca e Brambilla (1997) o sistema IPS Empress permite uma melhor passagem de luz, e a sua translucidez é similar ao esmalte humano. Necessita de um preparo menor da estrutura dental, pois sua subestrutura é estética. Esta cerâmica possui desgaste similar ao esmalte humano, desgastando menos os dentes antagonistas.

Burke; Qualtrough; Hale (1998) afirmaram que os materiais cerâmicos utilizados em coroas cerâmicas aderidas à dentina podem ser condicionados com ácido fluorídrico para promover uma superfície com retenções micromecânicas, o que facilita a adesão ao cimento resinoso dual. Materiais cerâmicos proporcionam excelente estética, preparo dental mínimo e boa resposta periodontal. A adesão ao dente se dá em maior parte em dentina e a algum esmalte disponível. Para a confecção, o sistema Empress (Ivoclar-Vivadent) usa uma técnica de cera perdida modificada. A cerâmica reforçada por leucita é prensada pneumaticamente em um aparato especialmente desenhado. Cerâmica feldspática convencional pode ser aplicada para promover detalhes anatômicos e estéticos. O sistema adesivo empregado deve formar uma espessura mínima, assim como o cimento resinoso dual. O preparo dental deve ser mínimo e sempre que possível manter esmalte. Idealmente as margens deveriam permanecer em esmalte. O desgaste oclusal deve ter no mínimo 1mm em relação cêntrica e nos movimentos de lateralidade e protrusão. Estas restaurações são indicadas para casos em que há grande envolvimento de estrutura dental, necessidade de pouco preparo, perda de estrutura dental por erosão, pequeno desalinhamento dental, substituição de coroas totais

convencionais. São contra-indicadas em margens subgingivais, interferências oclusais importantes, hábitos parafuncionais como bruxismo, na impossibilidade de isolamento adequado do campo operatório, remanescente dental insuficiente para a adesão, paciente com risco de cárie ou dificuldade de controle de placa ou relutante em receber tratamento restaurador com longevidade ainda não completamente conhecida.

De acordo com Brown (1998) o procedimento laboratorial do IPS Empress consiste na realização de ceroplastia convencional das restaurações (técnica da cera perdida), o que facilita o trabalho do protético. Os padrões de cera são incluídos em revestimento refratário especial, num anel conformador de papel. Os moldes de cera são queimados em forno convencional. Pastilhas pré-fabricadas são colocadas no interior do molde e levadas a um forno especial, que injeta a cerâmica no interior do molde, sob calor e pressão. Os moldes, então, são rapidamente resfriados à temperatura ambiente. Neste processo, cristais de leucita crescem na cerâmica, proporcionando maior resistência.

Chain; Arcari; Lopes (2000) classificaram as porcelanas atuais e definiram indicações e contra-indicações dos tipos de materiais disponíveis no mercado. No sistema IPS-Empress é utilizada a técnica da cera perdida, porém sem o uso do vidro fundido como no sistema Dicor, mas de vidro injetado. Pastilhas de vidro pré-ceramizados na cor desejada são derretidas e injetadas sob pressão hidrostática a vácuo dentro do material de revestimento, permitindo um excelente grau de adaptação da restauração cerâmica ao preparo protético. Entretanto, a técnica tem a limitação de confeccionar restaurações monocromáticas. Assim, a caracterização final pode ser realizada de duas maneiras: técnica de caracterização da superfície (maquiagem), pela qual aplicam-se os corantes (porcelanas especiais de baixa fusão) nas áreas desejadas para caracterizar a superfície; e técnica da estratificação (por

camadas), pela qual confecciona-se o enceramento apenas na porção mais interna para obter uma subestrutura cerâmica e depois aplicar uma porcelana feldspática para reconstruir os detalhes anatômicos finais.

## **2.2 IPS-Empress 2**

Severance (1999) afirmou que com este material completamente novo e inovador ( IPS – Empress 2), somos capazes de conseguir um conteúdo cristalino maior que 60% em volume, todavia com translucidez da subestrutura. Dado que o índice de refração dos cristais de dissilicato de lítio é semelhante ao da matriz vítrea, o elevado conteúdo de cristais não compromete a passagem de luz através do material. Forma uma estrutura interconectada que também incrementa a resistência à fratura. Além disto, apresenta desgaste semelhante ao natural e menor acúmulo de placa.

Sorensen; Cruz; Mito (1999) salientaram que a estrutura interbloqueante dos cristais interrompe a propagação de fissuras, elevando a resistência à fratura e à flexão aproximadamente até  $340 \pm 20$  MPa. A resistência do material IPS Empress 2 é quase três vezes maior que a do material original IPS Empress. Como resultado do elevado conteúdo cristalino, a dureza à fratura também incrementou em quase o triplo. Considerando que o sistema original IPS Empress estabeleceu uma taxa de êxito de aproximadamente 97% para restaurações tipo coroas totais e uma elevada taxa de êxito para restaurações tipo inlay e onlay a longo prazo, as melhores características do material IPS Empress 2 prometem um grande

êxito em seu desempenho clínico. Além disso, sua estrutura de grãos finos e alta cristalinidade da cerâmica vítrea reduzem o potencial de desgaste do dente natural antagonista.

Segundo o fabricante Ivoclar-Vivadent (1999) a cerâmica vítrea IPS Empress 2 representa um novo tipo de material que não mantém semelhança com a cerâmica vítrea de leucita IPS Empress no que diz respeito à ciência dos materiais. O IPS Empress 2 é uma cerâmica vítrea à base de dissilicato de lítio e a base química para o material é o sistema  $\text{SiO}_2 - \text{Li}_2\text{O}$ . Já o IPS Empress é derivado do sistema  $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{K}_2\text{O}$ . A fase cristalina corresponde a 60% do IPS Empress 2 e consta principalmente de grandes cristais de dissilicato de lítio de aproximadamente de 0,5 a 5  $\mu\text{m}$ . Outro tipo de cristais que se encontram nesta estrutura são os pequenos cristais de ortofosfato de lítio de 0,1  $\mu\text{m}$  a 0,3  $\mu\text{m}$ . Comparado com as cerâmicas vítreas de lítio anteriores utilizadas em odontologia ou tecnologia, o IPS Empress 2 exibe propriedades químicas melhores e maior translucidez. Além disso, não se formam microfendas na microestrutura. A proporção do volume de fase cristalina de IPS Empress 2 é maior, o que explica em parte que os valores de resistência sejam superiores aos da IPS Empress. Ao mesmo tempo, o material é facilmente processado no laboratório dental em um procedimento de prensagem no forno EP500 (Ivoclar-Vivadent), onde o material passa por fluido viscoso a 920°C.

Qualtrough e Piddock (2002) relataram que nas cerâmicas injetadas reforçadas por leucita estes cristais tinham a função de reforçar a matriz vítrea e prevenir a propagação de fissuras. Entretanto, quanto maior a quantidade destes cristais mais opaco era o material. Por conta disto, o IPS – Empress possui em sua matriz vítrea de 30% a 40% de cristais. Como os cristais de leucita são opacos, até este volume de cristais introduzidos não ocorre comprometimento estético do material. No Empress 2 o processo de formação de cristais de



dissilicato de lítio na cerâmica vítrea proporciona a criação de 60% em volume de conteúdo cristalino, porém sem perda de translucidez, uma vez que o índice de refração destes cristais é semelhante ao da matriz vítrea. No entanto, a resistência do material resultante (Empress 2) é reportada como sendo três vezes maior que a do Empress original, sendo assim suficiente para suportar os esforços mastigatórios em áreas edêntulas de até 9 mm na região de pré-molares e 11 mm na região anterior.

### **2.3 IPS Eris para Empress 2**

Segundo seu fabricante (1999), Ivoclar –Vivadent (IPS Eris for E2, Instrucciones de uso), IPS Eris para Empress 2 consiste em uma cerâmica de vidro à base de apatita. Foi criada com o objetivo de desenvolver uma cerâmica com melhores propriedades de manipulação, tolerância e propriedades óticas, usando cristais de apatita, os quais satisfazem as exigências dos usuários. A apatita é um dos componentes do dente natural que influi na translucidez, no brilho e na capacidade de dispersar a luz. Os materiais de dentina, incisal, impulse e transparente IPS Eris para Empress 2 tornam possível a realização de restaurações que se integram no conjunto natural. O material é indicado para uso em restaurações tipo coroa total anteriores e posteriores e pontes de 3 peças até segundo pré-molar. Como contra-indicações citou: pontes com mais de uma peça pônica, pontes na região posterior, pontes retidas por inlays, preparos subgingivais, pacientes com dentição muito reduzida e bruxismo. Durante a confecção das restaurações o trabalho é modelado em cera de forma anatômica e colocado em revestimento. Uma vez pré-aquecido o cilindro, injeta-se a cerâmica no forno para injeção EP

500/EP 600. Depois de eliminar o revestimento da peça injetada termina-se a restauração seguindo os requisitos estéticos com IPS Eris para Empress 2, pela técnica de estratificação.

## **2.4 Quanto ao preparo**

Burke; Qualtrough; Hale (1995) indicaram uma técnica de mínimo preparo para coroas cerâmicas, com mínimo desgaste em dentina, ou em esmalte quando ainda presente. Nas margens gengivais recomendaram preparos em ombro ou em chanfro, sendo que quanto menor o preparo, maiores as chances da transição dente-restauração ser mais estética. Porém, o término gengival deve ser visível para eliminar o risco de produzir uma margem frágil em porcelana. Todas as margens devem ser supragengivais e, idealmente, em esmalte, promovendo resultados clínicos superiores no que se refere à infiltração marginal. Nos casos de dentes escurecidos as margens devem ser estendidas em nível gengival, para que fiquem invisíveis no sorriso. Todos os ângulos do preparo devem ser arredondados, a fim de evitar a formação de áreas de concentração de estresse.

Milosevic e Jones (1996) descreveram o tratamento restaurador de dentes com severa erosão dental com coroas cerâmicas adesivas. Os autores observaram que a espessura da cerâmica é limitada pelo espaço interoclusal quando em posição intercuspidal, porém, segundo eles não deveria ser maior que 1mm, caso contrário 50% da luz de cura da resina seria absorvida pela cerâmica. Pacientes com severo grau de erosão apresentam grande quantidade de dentina exposta, em alguns casos proximidade com a polpa, porém as vezes

com ausência de sensibilidade e em muitos casos o desgaste provocado pela erosão não causa igual perda de dimensão vertical.

Segundo Freedman (1998) o uso de novos materiais e técnicas desenvolveu uma odontologia ultraconservadora que aborda os problemas dentais, respeitando os tecidos moles, minimizando o desgaste de tecido dental sadio e ao mesmo tempo promovendo excelente estética, além de utilizar a resistência do material restaurador para reforçar a estrutura dental remanescente. Anteriormente, o ponto fraco da restauração cerâmica era o cimento utilizado para fixá-la ao dente preparado. Recentemente, os cimentos resinosos não só preenchem o espaço entre a restauração e o preparo, mas também promovem uma integração micromecânica e química do dente e da restauração, de forma que passem a se comportar como uma estrutura única. Uma vez cimentadas adesivamente à estrutura dental, as cerâmicas com leucita são extremamente resistentes, mesmo em pequenas espessuras. Este material pode acomodar preparos circundentais de 1mm a 1,25mm de espessura, preservando maior quantidade de estrutura dental sadia. Quando não há alteração na dimensão vertical de oclusão a espessura da cerâmica deve ser igual à quantidade de tecido dental removido. Em grandes reabilitações orais pode ser necessário uma espessura de cerâmica maior do que a de tecido dental removido. A quantidade de estrutura dental a ser removida pode ser determinada pela espessura mínima de cerâmica, pela alteração da dimensão vertical ou pela necessidade de remoção de estrutura dental afetada. Nos casos de recuperação de dimensão vertical, o preparo se limitará a proporcionar os 2mm necessários para a cerâmica. Portanto, se a alteração da dimensão vertical é de 1,5mm, a remoção de estrutura dental será de 0,5mm. Se a alteração for maior do que 2 mm nenhum desgaste de estrutura dental será necessário. Como as cerâmicas com leucita, em associação à técnica adesiva, são confiáveis em espessuras oclusais de 2 mm ou menos e a alteração oclusal geralmente é maior que 2mm, em muitos

casos nenhuma ou uma mínima redução é necessária. Cerâmica reforçada por leucita pode promover uma transição dente-restauração estética através da graduação de cores, que contribui para a aparência natural destas restaurações, possibilitando margens supragengivais estéticas, em esmalte e fáceis de higienizar e controlar.

Yatani *et al.* (1998) em seu artigo sobre restaurações cerâmicas adesivas posteriores tipo onlay indicaram espessura oclusal de cerâmica de pelo menos 1,5 mm para pré-molares e 2 mm para molares. Ressaltaram que é desejável que as margens fiquem localizadas em esmalte íntegro, preferencialmente supragengival, o que minimiza as falhas marginais após a cimentação.

O desenho do preparo cavitário indicado para restaurações cerâmicas adesivas posteriores evoluiu para a aplicação clínica. O estudo realizado por Etemadi *et al.* (1999) examinaram modelos de gesso com preparos cavitários para restaurações cerâmicas adesivas do tipo onlay e coroas totais posteriores em modelos de gesso realizados por especialistas e compararam ao desenho de preparo cavitário indicado pela literatura. Foram examinados 57 modelos de gesso com preparo para onlay e 46 com preparo para coroa total. As medidas dos preparos dos modelos foram tomadas com o auxílio de uma moldagem interoclusal. Houve grande variação no desgaste oclusal, na área de fossa central e cúspides de contenção. Os desgastes para o preparo dentário foram frequentemente mais extensos, e a redução oclusal comumente menor do que a recomendada. Os autores concluíram que o tipo e a extensão da restauração anterior, a perda de estrutura dental e o acesso clínico são aparentemente importantes na determinação do desenho do preparo cavitário e que o preparo resultante difere daquele recomendado. Recomendaram também que as implicações destas diferenças no sucesso a longo prazo destas restaurações devem ser determinadas. Recomendaram ainda que

a redução oclusal das cúspides e parede pulpar proporcionem de 1,5 a 2,0 mm de espessura para a cerâmica, e a redução axial promova de 1,0 a 1,5 mm de espessura para a cerâmica.

## **2.5 Diferentes substratos - Adesão: esmalte x dentina**

Para Bowen e Marjenhoff (1993) a adesão ao esmalte requer a penetração de monômeros de resina e ativadores nas finas porosidades da camada superficial condicionada, formada por esmalte inorgânico. A adesão à dentina necessita de remoção da lama dentinária, formada durante a instrumentação, seguido da impregnação da extensa superfície desmineralizada durante o condicionamento. No caso do esmalte, os monômeros adesivos devem penetrar através da estrutura remanescente da superfície porosa. Já na superfície dentinária estas substâncias precisam penetrar uma rede natural, polímeros orgânicos que se constituem no remanescente do que foi a fase mineral da dentina. Entretanto, a composição e estrutura da dentina dificultam a infiltração dos monômeros, que precisam penetrar completamente esta superfície até, pelo menos, a região inalterada de esmalte e dentina.

Panighi e G'Sell (1993) investigaram a adesão de resina composta a diferentes substratos, esmalte e dentina, em relação à composição de cálcio, microdureza e topologia de superfície. Observaram uma correlação linear entre microdureza e composição química para esmalte e dentina. Sendo a força de adesão para ambos os tecidos dentais (esmalte ou dentina) diretamente proporcional à microdureza. Uma correlação posterior sugere que o estresse de contração de polimerização seria capaz de “quebrar” a adesão espontaneamente, se a dureza do substrato não for suficiente. A partir destes resultados foi derivada uma correlação

indireta entre a concentração de cálcio e força de adesão. Levando-se em conta a rugosidade superficial do esmalte e a superfície intertubular da dentina, percebeu-se que a capacidade intrínseca de adesão do Scotchbond-1 à um modelo teórico de substrato dental seria proporcional ao seu conteúdo mineral, independente da natureza do tecido. Isto sugere que os mecanismos de adesão seriam os mesmos para esmalte e dentina, essencialmente envolvendo sítios de cálcio no substrato.

Perdigão e Lopes (1999) afirmaram que enquanto a adesão ao esmalte é uma técnica confiável, a adesão à dentina representa um desafio maior. A dentina é um tecido orgânico intrinsecamente molhado, perfurado por um labirinto tubular contendo os processos odontoblásticos que se comunicam com a polpa. Os fabricantes de novos sistemas adesivos recomendam a aplicação de seus adesivos em dentina úmida. A razão principal é a alteração espacial que ocorre sobre a dentina desmineralizada e seca e pode impedir os monômeros de penetrar o labirinto de nanocanais formados pela dissolução dos cristais de hidroxiapatita entre as fibras de colágeno. A superfície deve ficar ligeiramente úmida após a remoção do ácido, a fim de propiciar melhor interação entre a resina adesiva e o dente, principalmente quando há dentina envolvida. Estudos sobre força de adesão ainda são necessários para comparar parâmetros similares entre materiais. No entanto, estudos clínicos e laboratoriais carecem de informações sobre o comportamento do substrato em um meio vital.

Peumans et al (1999) afirmaram que a técnica de facetas adesivas adere uma fina camada de porcelana à superfície dental preparada (esmalte ou dentina) com cimento adesivo resinoso combinado com um sistema adesivo. Formam-se então duas faces adesivas: resina/porcelana condicionada e resina/estrutura dental. Os autores analisaram então a ultra-estrutura destas duas faces adesivas. Facetas de porcelana pré-condicionadas foram

cimentadas em 12 dentes superiores anteriores extraídos através da técnica do condicionamento ácido total e cimento composto fotopolimerizado. A ultra-estrutura das interfaces de adesão foram então avaliadas por microscópio eletrônico de varredura (FE-SEM). A análise mostrou forte entrelaçamento micromecânico do cimento com as microrretenções tanto da estrutura dental quanto da porcelana tratada. Sendo a superfície da porcelana mais retentiva que a superfície dental. Na superfície dental esmalte cervical aprismático e dentina exposta apresentaram-se como as superfícies menos receptivas para a resina. Entretanto, nenhuma separação da interface foi observada quando utilizado sistema adesivo de multi-passos e condicionamento ácido total. A forte interação do cimento nas retenções de ambas superfícies, porcelana e substrato dental contribui para a forte adesão da porcelana, com boa retenção.

Ferrari et al. (2000) avaliaram a força de adesão de restaurações cerâmicas cimentadas com cimento adesivo resinoso a diferentes substratos: amálgama, compômero, cimento de ionômero de vidro tradicional, resina composta microhíbrida, duas resinas compostas para núcleo de preenchimento, ouro, ouro fundido com areia, dentina e esmalte. Foram feitos 10 grupos com 10 espécimes, onde cada um dos tipos de substrato foi cimentado à cerâmica reforçada com leucita, Empress. A área de adesão foi limitada a 3mm de diâmetro. Os espécimes de tecido dental (esmalte e dentina) foram tratados com sistema Syntac de adesivo para esmalte-dentina de acordo com as normas do fabricante. A superfície para adesão da porcelana foi condicionada com ácido fosfórico 10% por 2 min, lavada seca e silanizada (silano Syntac aplicado por 3 min e seco). A porcelana foi cimentada aos diferentes substratos com cimento resinoso Variolink II, seguindo as instruções do fabricante. Os espécimes foram submetidos a ciclagem térmica e armazenados de 7 a 10 dias em água destilada a 23°C. Depois, os espécimes foram submetidos a teste na máquina de testes Controls, após serem

inseridos no dispositivo Bencor. A carga foi aplicada a uma velocidade de 0,5 mm/min, até a fratura. Os grupos de esmalte, dentina e as duas resinas compostas para núcleo apresentaram maior força de adesão (entre 17 e 19 MPa), não apresentando diferença estatisticamente significativa entre eles. Amalgama e ouro apresentaram força de adesão significativamente menor que esmalte, dentina e resina composta.

Conforme Perdigão *et al.* (2000) a técnica do condicionamento ácido que utiliza ácido fosfórico de 30% a 40% promove uma superfície ideal para adesão em esmalte. O padrão de condicionamento alcançado é caracterizado por formação profusa de microporosidades, as quais permitem a penetração dos monômeros para formarem os TEG que proporcionam a retenção micromecânica. Tentativas bem sucedidas de se alcançar um padrão de adesão semelhante em dentina têm sido reportadas recentemente. Devido às características específicas da dentina, como estrutura tubular e umidade intrínseca, a adesão à dentina ainda não alcançou as características ideais. Apesar das deficiências da adesão à dentina, a crescente procura por restaurações estéticas tem gerado pesquisas sobre novos materiais, especialmente nas alternativas para o amálgama. O mecanismo de adesão dos agentes adesivos dentinários recentes é baseado na penetração de moléculas ambifílicas em dentina condicionada para formar um entrelaçamento de colágeno dentinário e monômeros polimerizados. Estudos clínicos sobre os recentes sistemas adesivos dentinários estão ainda em andamento, porém informações dos acompanhamentos aos 6 meses mostram uma performance clínica muito boa para estes sistemas adesivos ultra-simplificados all-in-one.

## **2.6 Desempenho clínico**



Lehner *et al.* (1997) avaliaram 78 coroas totais cerâmicas cimentadas pela técnica adesiva em 34 pacientes. Destas, 41 em anteriores e 37 em posteriores. As restaurações foram avaliadas clinicamente com espelho e sonda exploradora, radiograficamente e através de fotografias clínicas. Para a avaliação foi utilizado o critério modificado da United States Public Health Service (USPHS). Nenhuma das restaurações foi classificada como Charlie ou Delta. O período médio de observação foi de 19,7 +/- 8,5 meses. Destas restaurações 74 foram definidas como bem sucedidas; 4 restaurações falharam por fratura, 3 delas ocorreram nos primeiros 2 meses após a cimentação. O índice de sucesso estimado foi de 95% após 2 anos; 80% das restaurações demonstraram resultado estético excelente.

Fradeani e Aquilano (1997) avaliaram clinicamente 55 pacientes, que apresentavam 144 coroas cerâmicas de Empress com períodos de 6 a 68 meses (período médio de 37 meses). As restaurações estavam assim distribuídas: 51 em incisivos centrais, 38 em incisivos laterais, 12 em caninos, 28 em pré-molares e 15 em molares. Destas restaurações, 108 realizadas em dentes endodonticamente tratados e 36 em dentes vitais. As restaurações foram realizadas em 6 meses. Os preparos foram padronizados: desgaste axial de 1,2 a 1,5 mm, ângulos arredondados, espessura oclusal de 1,5 mm em posteriores e 1,2 mm nos anteriores, ângulo de expulsividade entre 5 e 10 graus. As restaurações foram todas confeccionadas pelo mesmo técnico, segundo as normas do fabricante. Destas, 93 coroas confeccionadas pela técnica de camadas e 51 pela técnica de coloração superficial. Para a cimentação a parte interna da porcelana foi condicionada e silanizada, 69 foram cimentadas com cimento Dual (Ivoclar) e 70 com Variolink (Ivoclar), em 5 restaurações anteriores foi usado cimento de fosfato de zinco. Os pacientes foram avaliados em espaços de 6 meses no primeiro ano, e anualmente a partir daí. Foi utilizado o critério de avaliação modificado da USPHS. O índice

de sucesso foi de 95,35%. Não houve diferença estatisticamente significativa entre anteriores e posteriores. Os dois cimentos adesivos comportaram-se semelhantemente. Os itens contorno, integridade marginal, descoloração marginal, cor e cárie recorrente foram considerados satisfatórios na maioria das observações. Das restaurações, 5 falharam neste período, 3 por fratura da cerâmica e 2 por falha no núcleo, sem envolver a parte cerâmica de restauração. Uma das fraturas cerâmicas ocorreu em anterior, provavelmente pela espessura reduzida (0,9 mm). Nas outras duas fraturas cerâmicas, a espessura oclusal também não foi considerada adequada (1,2 mm).

Sorensen *et al.* (1998) avaliaram clinicamente a longevidade de 75 coroas totais de Empress cimentadas adesivamente. Como objetivo adicional do trabalho, avaliaram a metodologia da cimentação adesiva e os potenciais efeitos colaterais. Todos os dentes foram preparados com desgastes de 1,5 a 2mm na oclusal, e redução axial de 1,3 mm. As peças foram condicionadas com ácido fluorídrico em gel (IPS Ceramic Etching Gel, Ivoclar Williams). Para a cimentação utilizaram Variolink (Vivadent), silano Monobond-S, resina sem carga Heliobond aplicada na cerâmica e adesivo para esmalte e dentina Syntac, todos do mesmo fabricante (Vivadent). Os critérios avaliados incluíram: higiene oral, índice de placa por dente, cemento e coroa, pigmentação ou descoloração da coroa, pigmentação da interface, cárie secundária, integridade marginal, condição da coroa e conforto do paciente. Na avaliação após 3 anos apenas uma coroa (em molar, após 27 meses) fraturou, dando um índice de 1,3 % de falha. A técnica de cimentação resinosa que foi empregada mostrou baixa incidência de microinfiltração, com poucos efeitos colaterais. Houve uma incidência de 5,6% de sensibilidade pós-cimentação (3 coroas), com sintomas desaparecendo em até 8 semanas. Nenhuma das coroas avaliadas necessitou de terapia endodôntica.

Burke; Qualtrough; Wilson (1998) apresentaram os resultados de uma avaliação clínica de 60 coroas cerâmicas, cimentadas em 25 pacientes. A idade média destas restaurações foi de 2,43 anos, sendo que nenhuma delas tinha menos de 1 ano. Foi utilizado o critério modificado da USPHS, além de um questionário que avaliava o grau de satisfação do paciente. Um exame radiográfico foi realizado quando clinicamente indicado. Das 60 restaurações avaliadas, 57 foram consideradas intactas. Três falharam por fratura da restauração, porém clinicamente não se soltaram. Não foi detectada cárie secundária nas margens das restaurações e a forma anatômica foi considerada excelente em 56 restaurações. Foi necessário tratamento endodôntico em um caso. A cor foi considerada muito boa em 47 coroas. Todos os 25 pacientes estavam satisfeitos com suas restaurações. Os autores concluíram que coroas cerâmicas adesivas em dentina parecem ter baixo índice de falha e proporcionam alto nível de satisfação dos pacientes, após período de 2 anos.

Sjögren et al. (1999) avaliaram 110 coroas cerâmicas de IPS-Empress, sendo 37 em incisivos, 6 em caninos, 25 em pré-molares e 42 em molares (das quais 14 em segundos molares). Todas as coroas foram cimentadas com cimento resinoso. As coroas foram analisadas de acordo com o sistema da CDA. A média e mediana dos anos em função das restaurações foram, respectivamente, 3,6 e 3,9 anos. O índice de sucesso foi de 92%, classificadas como satisfatórias. Destas, 86% receberam conceito “excelente” para integridade marginal, 74% para forma anatômica, 86% para cor e 90% para superfície. Foram registrados 6% de fraturas, sendo 7% dos molares, 12% dos pré-molares e 2,7% dos incisivos e caninos, com cárie associada a 2% das coroas. Apesar do maior número de fraturas em posteriores, não houve diferença significativa entre os índices de fratura de posteriores e anteriores.

Na continuação da avaliação clínica das coroas cerâmicas iniciada em 1998, Burke e Qualtough (2000) apresentaram os resultados de uma avaliação retrospectiva de 53 coroas adesivas com média de tempo de 4,4 anos. Sendo que estas restaurações já haviam sido avaliadas com 2,4 anos e os dados publicados na época (num total de 60 coroas). Para esta segunda avaliação das restaurações foi, da mesma forma, utilizado o critério modificado da USPHS, além de um questionário que avaliava o grau de satisfação do paciente. As coroas variavam de cerâmica: 49 porcelana feldspática, 3 Techceram (Ceradent) e 1 Empress (Ivoclar-Vivadent). Das 53 restaurações, 48 foram consideradas intactas e clinicamente aceitáveis (91%). Das 5 que necessitaram de substituição, 1 foi por recessão gengival (Techceram, cimentada com Mirage ABC/FLC), 1 por fratura da restauração (Porcelana feldspática, cimentação com Mirage ABC/FLC), 1 por fratura de dentina associada a fratura da coroa (porcelana feldspática, cimentação com Mirage ABC/FLC), 2 por causa desconhecida (porcelana feldspática, 1 com cimentação Mirage ABC/FLC; 1 com cimentação SBMP- 3M e Porcelite- Kerr). A aceitação e satisfação dos pacientes foi considerada boa.

Koch e Garcia-Godoy (2000) em um estudo retrospectivo, avaliaram a performance clínica de coroas de ouro, coroas de compósito (Artglass, J. F. Jelenko & Co.) e coroas de Empress (Ivoclar-Vivadent). Um total de 41 molares foram avaliados, todos de crianças com idade entre 6 e 8 anos, com defeitos de desenvolvimento nos primeiros molares. Os dentes foram preparados e moldados e uma coroa foi confeccionada com um dos materiais. A avaliação foi feita a cada 6 meses, em período de 2 a 5 anos, média de 3 anos e observaram a retenção, adaptação marginal, localização das margens, vitalidade e presença de cárie secundária. Depois de 2 a 5 anos, todas as coroas estavam ainda retidas. A adaptação marginal de 39 das 41 coroas foi considerada excelente, as outras duas (de ouro) receberam conceito aceitável. Em duas coroas de ouro, a margem foi subgengival no momento da

cimentação, as outras 39 tinham margem supragengival. No final do segundo ano todas as margens apresentavam-se supragengivais. Todos os dentes estavam vitais e apresentavam-se assintomáticos em todas as avaliações. Nenhuma cárie secundária foi detectada, assim como nenhuma inflamação gengival ou pedra de dimensão vertical. Todas as coroas foram bem aceitas, tanto pelos pacientes quanto por seus familiares. Os autores concluíram que coroas fabricadas laboratorialmente podem ser utilizadas no tratamento de molares permanentes jovens com defeitos de desenvolvimento. Coroas de ouro, compósito ou cerâmica podem apresentar sucesso no tratamento destes dentes.

Com o objetivo de avaliar a performance clínica de coroas de IPS Empress, Gemalmaz e Ergin (2002) avaliaram 37 coroas cerâmicas. As restaurações de 20 pacientes foram avaliadas pelo sistema da Califórnia Dental Association (CDA) analisando integridade marginal, forma anatômica, superfície e cor por um período de 12 a 24 meses, relativos a 24 e 56 meses após a inserção das restaurações. Nos preparos em anteriores o desgaste oclusal foi 1,5mm e nos posteriores de 2,0 mm, com desgaste axial de 1,2 a 1,5 mm. As coroas foram cimentadas com Variolink II e adesivo Syntac Classic ou Syntac Single Component; 94,6% das coroas foram consideradas satisfatórias. Foi registrada fratura em apenas 1 coroa em primeiro molar (2,7%), não vital, cimentado com Variolink II e Syntac Single Component, 13 meses após a inserção.

Fredeani e Redemagni (2002) avaliaram clinicamente 125 coroas de Empress em 54 pacientes. As 93 coroas anteriores e 32 coroas posteriores foram analisadas clinicamente com espelho e sonda, radiograficamente e por fotografias clínicas, de acordo com o sistema modificado da Associação Dental da Califórnia e sistema Ryge de avaliação qualitativa. O risco de fatura foi determinado com a análise de sobrevivência Kaplan-Meier. As coroas

foram avaliadas com períodos entre 4 e 11 anos. A probabilidade de sobrevivência das 125 coroas foi de 95,2% em 11 anos (98,9% para o segmento anterior e 84,4% para o segmento posterior). Seis coroas precisaram ser recolocadas. A maioria das 119 coroas remanescentes foram classificadas como excelentes; conceito Alfa foi atribuído em 94,2% para cor, 91,6% para superfície da porcelana, 86,6% para descoloração marginal e 94,2% para integridade marginal. Assim, concluíram que coroas de porcelana reforçada com leucita apresentaram baixo índice de falha e excelente estética após 11 anos.

## **2.7 Resistência à compressão e metodologia do teste**

Scherrer e de Rijk (1993) estudaram, *in vitro*, a resistência de coroas cerâmicas em função do módulo de elasticidade do material do núcleo de preenchimento. Para tal, coroas de cerâmica foram confeccionadas para 3 diferentes núcleos, com diferentes módulos de elasticidade e 2 diferentes comprimentos. Os módulos de elasticidade destes materiais deveriam ser semelhantes aos das estruturas que servem de suporte nas situações clínicas, como dentina, resina ou casquete metálico. Assim, foram utilizadas 2 resinas compostas com módulo de elasticidade de 9,4 e 14 GPa e uma resina poli metil metacrilato com módulo de elasticidade de 3,0 GPa. Nos 2 tipos de preparo dental, para coroa ou para cobertura oclusal, a redução oclusal foi de 1,5 mm. A porcelana utilizada para o teste foi uma porcelana feldspática, Ceramco (Johnson & Johnson). Uma carga oclusal foi aplicada por meio de uma barra metálica de 12,7 mm, apoiada em três pontos oclusais, à velocidade de 0,5 mm/min. Foi verificado que a carga necessária para a fratura crescia à medida em que aumentava o módulo de elasticidade. O maior aumento foi observado somente quando apenas a superfície oclusal

das coroas foi coberta. As cargas para as restaurações de coroas totais foram mais que o dobro das cargas para restaurações de cobertura oclusal nos núcleos com menores módulos de elasticidade. Enquanto que para os núcleos com maiores módulos de elasticidade a diferença na carga para fratura para as duas configurações não foi significativa. Aparentemente, segundo os autores, a resistência à fratura de restaurações totalmente cerâmicas é bastante influenciada pelo módulo de elasticidade do substrato de suporte. E uma maior resistência à fratura é esperada quanto maior for o módulo de elasticidade do material de suporte.

Para testar, *in vitro*, a resistência à fratura de coroas cerâmicas adesivas cimentadas em pré-molares, Burke e Watts (1994) utilizaram 2 grupos de 10 dentes hígidos preparados com diferentes ângulos ( 6° e 8°) e 10 dentes hígidos, a fim de verificarem a influência da quantidade de desgaste dental na resistência destas restaurações. Estes dentes recebiam coroas totais de cerâmica Mirage (Chamaleon Dental), cimentadas com adesivo Mirage ABC e cimento Mirage FLC. A superfície interna da porcelana foi condicionada com Mirage Super Etch e silanizada. Antes de serem submetidos ao teste os espécimes ficaram imersos em água na temperatura ambiente por 24 h. Depois então, submetidos à carga compressiva em velocidade de 1mm/min, através de uma barra metálica cilíndrica posicionada ao longo do sulco principal, em uma máquina universal de teste. A análise estatística mostrou não existir diferença significativa entre o grupo de preparo com ângulo de 6° e o grupo controle com dentes hígidos previamente testados.

Burke (1995) investigou a influência de variações nos procedimentos adesivos na resistência à fratura de coroas cerâmicas adesivas. Foram selecionados 40 pré-molares superiores hígidos, que foram divididos em 4 grupos. Todos os dentes receberam preparos de forma padronizada para coroa cerâmica total. Os preparos foram moldados e coroas cerâmicas

foram confeccionadas de acordo com as normas do fabricante, com sistema cerâmico Mirage (Chamaleon Dental). Para os grupos 1 e 3 a superfície interna foi condicionada com Mirage Super Etch, uma mistura de ácido nítrico, ácido hidrocloreídrico e ácido fluorídrico e depois aplicado o silano. Para os grupos 2 e 4 o condicionamento ácido da superfície interna não foi realizado, nem nos locais onde foi aplicada a solução silano condicionante. A adaptação foi testada antes da cimentação das peças. Para a cimentação, a superfície dos dentes foi condicionada com ácido fosfórico 37% em gel por 30 s, lavada por 30 s e seca. Nos espécimes do grupo 1 foi aplicado silano (Chameleon Dental) na parte interna das coroas e os dentes condicionados com ácido nítrico 3% por 1 min, aplicado o sistema adesivo Mirage ABC, de acordo com as normas do fabricante. O cimento utilizado foi o Mirage FLC seguindo as instruções do fabricante. Os espécimes do grupo 2 receberam tratamento semelhante aos do grupo 1, exceto pelo fato de que a superfície interna da cerâmica não foi silanizada. No grupo 3 os espécimes foram tratados da mesma maneira que no grupo 1, porém a superfície dental não foi tratada com os componentes adesivos à dentina do kit Mirage ABC. No grupo 4 os dentes foram secos e uma mistura padrão de cimento de fosfato de zinco (De Trey) foi utilizada para cimentação das peças cerâmicas. Depois dos procedimentos para cimentação os espécimes ficaram armazenados em água à temperatura ambiente por 24 h para depois serem levados ao teste de compressão. A carga compressiva foi aplicada através de uma barra metálica cilíndrica de 4 mm de diâmetro posicionada no sulco oclusal principal, a uma velocidade de 1 mm/min, em uma máquina universal de teste. As análises estatísticas dos resultados indicaram diferenças significativas entre os 4 grupos. Os grupos 1 e 2 necessitaram de cargas maiores que o grupo 4. As cargas para fratura do grupo 3 foram menores que as dos grupos 1 e 2 e maiores que as do grupo 4, porém isto não foi confirmado estatisticamente. Segundo o autor, os resultados indicaram que o procedimento de cimentação que inclui adesão à dentina associado ao cimento resinoso e condicionamento da superfície interna da



porcelana proporciona maior resistência à fratura de coroas cerâmicas, quando comparado à coroas similares cimentadas com fosfato de zinco.

Burke (1996) investigou a influência de variações no preparo na resistência à fratura de dentes restaurados com coroas cerâmicas cimentadas com cimento adesivo resinoso, após o tratamento da superfície dentinária com sistema adesivo para dentina, *in vitro*. Para isto foram utilizados 4 grupos de 10 pré-molares superiores hígidos, que foram preparados para receber coroas cerâmicas. No grupo A, foram realizados preparos com angulação de 6° de expulsividade, 2 mm de redução oclusal e término cervical em ponta de faca. No grupo B, também com ângulo de 6° de expulsividade, porém 3 mm de redução oclusal e ombro de 1 mm. No grupo C os preparos foram semelhantes ao grupo B, mas com redução oclusal de 2 mm sobre a cúspide vestibular e mínimo desgaste cervical na vestibular. Os preparos no grupo D foram como os do grupo B, porém com 2 mm de redução oclusal. Os dentes restaurados foram submetidos à carga compressiva após 24 h de imersão em água à temperatura ambiente. O teste de compressão foi realizado em uma máquina universal de teste. A força compressiva foi aplicada no sulco principal, por meio de uma barra cilíndrica metálica com 4 mm de diâmetro. As médias de carga foram de 0,77 kN, 0,99 kN, 0,91 kN e 0,78kN para os grupos A, B, C e D, respectivamente. As análises estatísticas não revelaram qualquer diferença relevante entre os grupos. O autor concluiu que aumentar o desgaste dental a fim de se obter espessura oclusal de porcelana maior que 2 mm não parece melhorar a resistência à fratura das coroas adesivas e pode aumentar o risco de dano pulpar. Desgaste cervical mínimo, assim como mínimo ombro cervical, término em ponta-de-faca ou chanfrado, parecem ser preparos adequados no que se refere à resistência à fratura, além de promover ótima estética.

Mak; Qualtrough; Burke (1997) avaliaram, *in vitro*, a resistência à fratura de coroas adesivas confeccionadas com 4 diferentes materiais: porcelana feldspática, porcelana alumina, cerâmica de vidro (Dicor) e cerâmica reforçada com leucita (Empress). Quarenta dentes pré-molares foram selecionados, separados em 4 grupos iguais e preparados com mínimo desgaste. Para a seleção os dentes foram medidos na sua maior distância véstíbulo-palatal e em cada grupo a diferença entre os dentes não poderia ser maior do que 2,5%. O desgaste oclusal foi de 2 mm, o ângulo de expulsão das paredes de 6°, ângulos de preparo arredondados e margem em ombro mínimo (0,5mm). As restaurações confeccionadas foram provadas e quando havia falha de adaptação uma nova moldagem foi realizada para confecção de uma nova restauração. Os espécimes preparados e restaurados foram então submetidos à carga compressiva oclusal, utilizando a mesma metodologia de teste de compressão de estudos anteriores realizados por Burke. Na avaliação do tipo de fratura dos espécimes, verificaram que o tipo V (severo) ocorreu no grupo do Empress, enquanto nenhuma fratura deste tipo ocorreu no grupo da porcelana alumínea e apenas em um espécime do grupo da porcelana feldspática e um no grupo do Dicor. Análises estatísticas indicaram que as cargas necessárias para fraturar as espécimes de Dicor foram significativamente maiores que aquelas necessárias para o grupo das feldspáticas e da porcelana alumínea, porém sem diferença estatisticamente significativa em relação ao grupo de Empress.

Burke e Watts (1998) com o objetivo de investigar, *in vitro*, o efeito de diferentes combinações de adesivos e cimentos na resistência à fratura de coroas cerâmicas cimentadas adesivamente à dentina, testaram 5 grupos de pré-molares restaurados. Para tal foram utilizados 50 dentes hígidos extraídos. Preparos padrão foram realizados em 5 grupos de 10 espécimes. As coroas cerâmicas confeccionadas com Mirage Porcelain (Chameleon Dental) receberam tratamento interno com ácido fluorídrico e cimentadas com as seguintes

combinações de adesivo e cimento: grupo A, Mirage ABC e Mirage FLC; grupo B, material cimentante Metabond; grupo C, All-Bond 2 e Duo-link; grupo D, Scotchbond MP Plus e Kit 3M para cimentação adesiva de porcelana indireta e grupo E, All-Bond 2 e Kit 3M para cimentação adesiva de porcelana indireta. Os dentes restaurados receberam carga compressiva à 1,0 mm/min, seguindo a mesma metodologia de teste realizada por Burke em pesquisas anteriores. As médias de carga de fratura de 0,77 kN, 0,81 kN, 0,71 kN, 1,24 kN e 1,03 kN foram registradas para os grupos A, B, C, D e E, respectivamente. A análise estatística indicou que a média de carga de fratura dos dentes restaurados dos grupos D e E foram significativamente maiores ( $P < 0,05$ ) que a dos outros grupos. Concluíram que a resistência à fratura de coroas adesivas neste estudo laboratorial dependia dos sistemas adesivos e cimentos usados.

Em um outro estudo Burke (1999a) avaliou a resistência à fratura de dentes restaurados com coroas cerâmicas adesivas de cerâmica reforçada por leucita (Fortress; Chamaleon Dental, KS, US). Neste estudo 10 pré-molares superiores hígidos receberam preparos padrão com redução oclusal de 2 mm, ângulo axial de 6°, ângulos arredondados e ombro de 0,5 mm. As restaurações foram tratadas internamente com ácido fluorídrico e cimentadas com o sistema Mirage ABC e cimento Mirage FLC. Após os espécimes foram armazenados por 24 h em água à temperatura ambiente; uma carga oclusal compressiva foi aplicada na Máquina Universal de Teste através de uma barra cilíndrica de 4mm de diâmetro ao longo do sulco principal, à velocidade de 1 mm/min. Foram registrados a carga necessária para fratura e o tipo de fratura, de acordo com a classificação feita para a pesquisa. A carga média de fratura foi de 0,88 kN. Resultados de pesquisa prévia indicam resistência à fratura de 0,77 kN para porcelana feldspática cimentada com os mesmos materiais no mesmo preparo

padrão. Análises estatísticas indicaram que não há diferença significativa entre a porcelana feldspática e a cerâmica reforçada com leucita Fortress.

Burke (1999b) pesquisou a influência, *in vitro*, do sistema adesivo/ cimento na resistência à fratura de restaurações cerâmicas tipo coroa de IPS Empress. Para tal, 10 pré-molares hígidos extraídos foram preparados para coroa total, seguindo preparos relatados em estudos prévios. Coroas de IPS-Empress foram confeccionadas e cimentadas, usando-se um sistema adesivo para dentina e cimento resinoso (3M, St. Paul, MN, USA). Uma força compressiva foi aplicada através de uma barra metálica de 4 mm de diâmetro sobre a superfície oclusal das restaurações nos espécimes. A força média para fratura foi de 1,67 kN. Análises estatísticas indicaram que o valor foi significativamente maior do que qualquer combinação usada anteriormente de sistema cerâmico, adesivo, e cimento e maior que o grupo de dentes hígidos não restaurados. Concluiu que a resistência à fratura, *in vitro*, de dentes restaurados, cimentados em dentina pode ser melhorada com a combinação destes materiais.

### 3 PROPOSIÇÃO

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a influência do tipo de substrato dental e da espessura oclusal da restauração na resistência de coroas cerâmicas, a fim de:

- a) observar o tipo de fratura provocado;
- b) determinar a resistência à compressão de coroas cerâmicas de IPS Empress 2 e ERIS para IPS-Empress 2 com duas espessuras oclusais diferentes (1 e 2 mm) cimentados com cimento adesivo (Variolink II) sobre dentina;
- c) determinar a resistência à compressão de coroas de IPS-Empress 2 e ERIS para IPS-Empress 2 com duas diferentes espessuras oclusais (1 e 2 mm) cimentados com cimento adesivo (Variolink II) sobre esmalte;
- d) verificar se existe diferença estatisticamente significativa entre:  
diferentes espessuras;  
diferentes substratos;  
os grupos dos cimentados em dentina e dos cimentados em esmalte.

#### 4 MATERIAL E MÉTODO

Para a pesquisa foram selecionados 40 terceiros molares, superiores e inferiores, com coroas de tamanhos semelhantes extraídos por indicação cirúrgica, e aprovado pelo Comitê Ético em Pesquisa com Seres Humanos, 178/03 (ANEXO 1). Os dentes foram imediatamente armazenados em água à temperatura ambiente (Fig. 1).



FIGURA 1 – Molares hígidos extraídos.

Inicialmente, os dentes foram limpos com pedra-pomes e água, utilizando-se uma escova tipo Robinson, em baixa rotação. Limpos os dentes foram examinados com uma lupa estereoscópica Zeiss (West Germany mod. 475200/9901), com aumento de 10 X, a fim de eliminar dentes que apresentassem trincas ou alterações estruturais que pudessem provocar falhas no decorrer do experimento. Posteriormente os dentes foram fixados, individualmente, em uma matriz de acrílico confeccionado a partir de tampas de PVC de 20mm de diâmetro (Cap soldado 20mm, Tigre, Joinville, Brasil). Cada matriz foi preenchida com resina acrílica e a raiz do dente mergulhada no acrílico até a distância de 2mm do limite esmalte-cimento antes da polimerização da resina. (Fig. 2) Assim os dentes

foram então separados de acordo com o tamanho médio das coroas dentais e redistribuídos aleatoriamente em 4 grupos com 10 elementos cada.



FIGURA 2 – Dente fixado em acrílico

Os dentes selecionados e fixados em resina receberam preparos do tipo coroa total, efetuados pela própria pesquisadora. Para o preparo oclusal, 20 dentes foram desgastados até a dentina e os outros 20 dentes desgastados somente em esmalte, com pontas diamantadas nº 2143 (Tek-New, Rio de Janeiro, Brasil). (Fig. 3 a e b e 4 a e b) Após a redução oclusal, foram utilizadas pontas diamantadas nº 4137 (Tek-New, Rio de Janeiro, Brasil) (Fig. 5 a) para padronizar os preparos com redução axial de 1,5 mm e as margens localizadas em esmalte íntegro, 1 mm aquém da junção amelo-cementária. (Fig. 5 b e c) Término gengival plano, com ângulo cavosuperficial em chanfrado profundo (ETEMADI et al., 1999). Os ângulos internos foram arredondados. As paredes expulsivas com angulação de 8 a 10° (Fig. 6). O acabamento final dos preparos foi realizado com pontas diamantadas nº 2135 F e 2135 FF (Tek-New, Rio de Janeiro, Brasil) (Fig. 7). As pontas diamantadas foram substituídas a cada 5 preparos (Fig. 8).



FIGURA 3 – a) Ponta diamantada nº 2143 e



b) Ponta diamantada posicionada

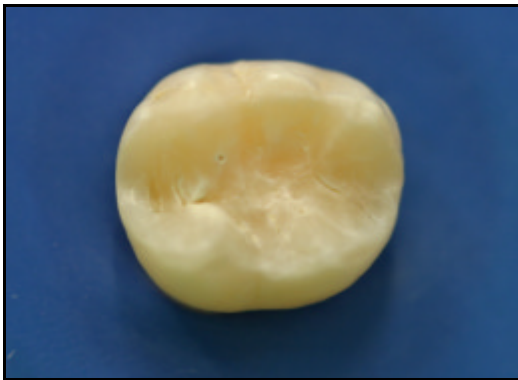


FIGURA 4 – a) Preparo oclusal em esmalte e



b) Preparo oclusal em dentina



FIGURA 5 – a) Ponta diamantada nº 4137; b) Ponta diamantada posicionada; c) Confecção do preparo axial

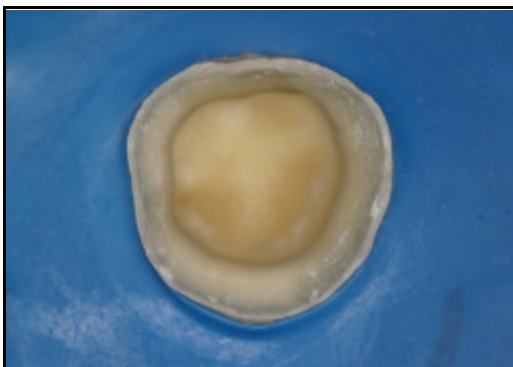


FIGURA 6 – Preparo tipo coroa total



FIGURA 7 – Pontas diamantadas nº 2135 F e FF



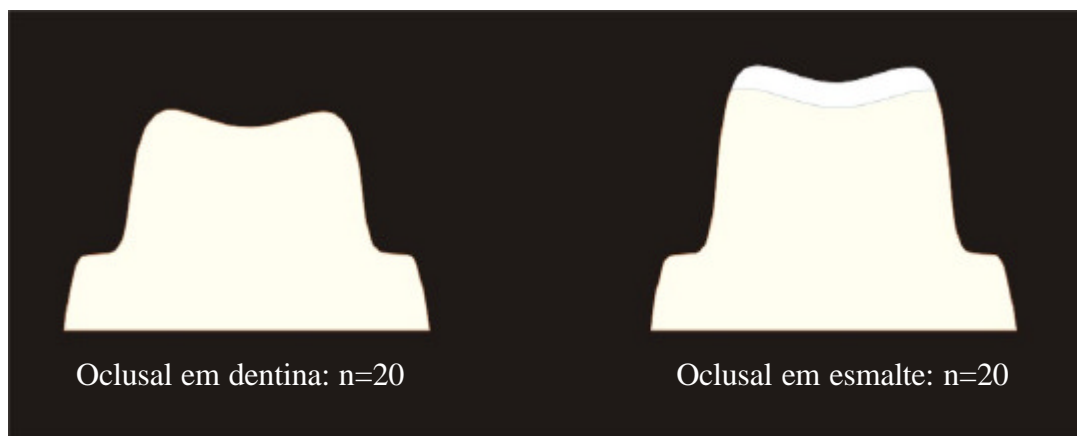


FIGURA 8 - Desenho esquemático dos preparos.

Os dentes foram armazenados em água destilada à temperatura ambiente durante a experimentação, exceto nos momentos em que foram realizados os procedimentos que envolveram o preparo dos espécimes e o teste.

Após o preparo, os dentes foram encaminhados para o mesmo laboratório protético, a fim de que as restaurações cerâmicas fossem confeccionadas pelo mesmo técnico. O enceramento das futuras coroas foi realizado diretamente sobre o preparo, suprimindo a fase de moldagem. Para a confecção das restaurações cerâmicas foi utilizado o sistema IPS Empress 2 e ERIS para IPS-Empress 2 (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein), segundo as normas do fabricante.

No momento da confecção das restaurações os dentes foram divididos em 4 grupos. Os dentes com preparo oclusal em dentina constituíram 2 grupos: o Grupo 1 composto pelos dentes que receberam restaurações com espessura oclusal de 1mm e o Grupo 2 de restaurações com espessura de 2mm. Os dentes com preparo oclusal em esmalte foram divididos em 2 grupos de 10 dentes, de acordo com as espessuras oclusais de 1mm (Grupo 3) e 2mm (Grupo 4) (Fig. 9).

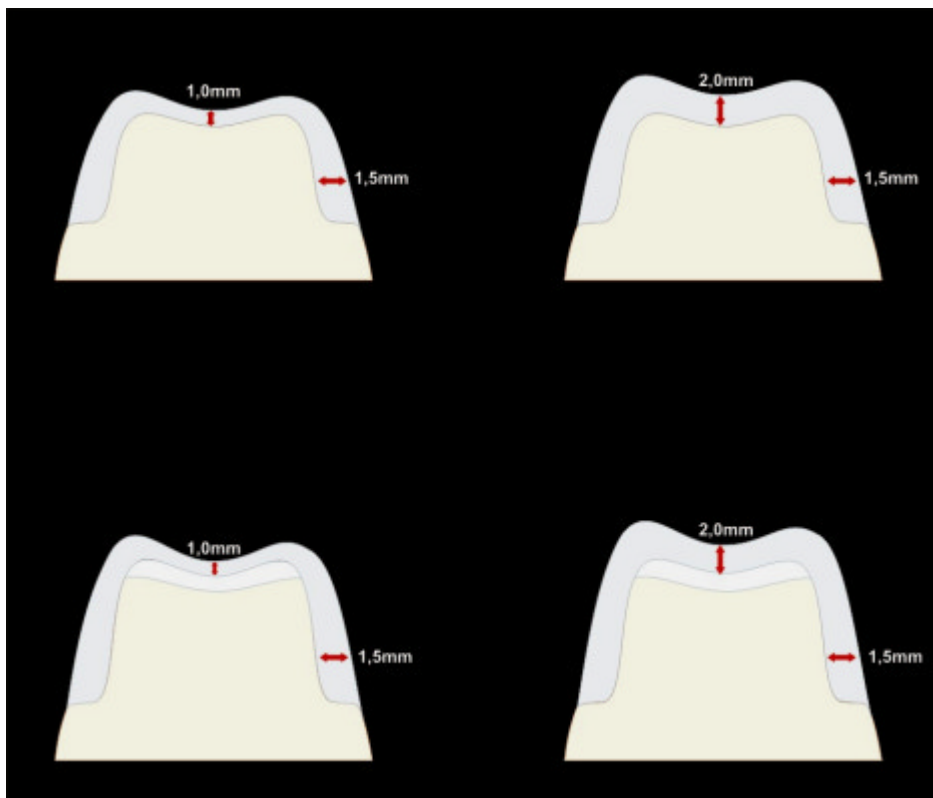


FIGURA 9 – Desenho esquemático dos grupos.

No laboratório, os dentes preparados foram aliviados com 2 camadas de espaçador (Die Spacer Gold, 13 $\mu$ m Yeti Dental, Alemanha) (Fig. 10) e encerados (Cera VKS, Yeti Dental, Alemanha) com uma espessura mínima de 0,7mm para a subestrutura de Empress 2, mantendo o espaço necessário para a cerâmica de estratificação (ERIS para Empress 2), de acordo com as instruções do fabricante (Fig.11). A face oclusal da peça foi encerada de acordo com a forma do dispositivo utilizado no teste de compressão para que este se adaptasse adequadamente sobre a restauração durante o teste de compressão (Fig. 12). Desta forma, evitou-se um desenho anatômico que interferisse na adequada adaptação do dispositivo oclusal e que pudesse comprometer o desenvolvimento do teste. Assim ficando garantida a espessura oclusal final de cada grupo e o respeito às instruções do fabricante quanto a relação de espessuras Empress 2 X Eris para Empress 2, que indica que 70% da espessura final seja de Empress 2 (material de subestrutura), e os restantes 30% sejam para cerâmica de recobrimento, ERIS para Empress 2 (Fig. 13; 14; 15 e 16).

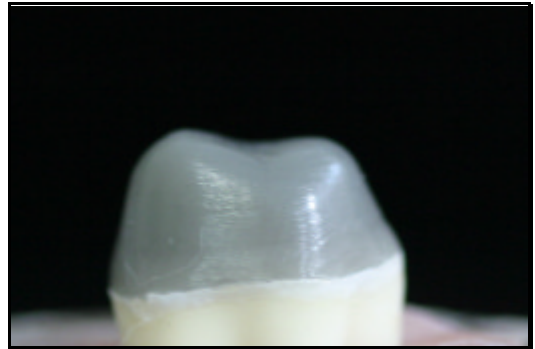
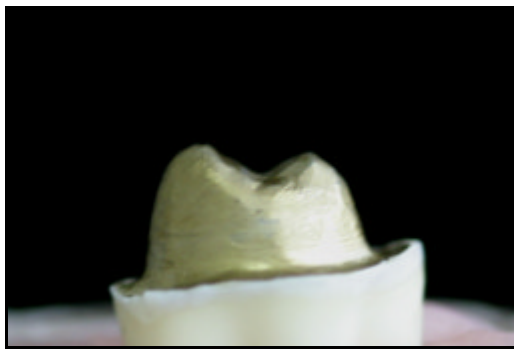


FIGURA 10 – Espaçador aplicado sobre o preparo      FIGURA 11 – Enceramento



FIGURA 12 – Dispositivo oclusal para o teste de compressão

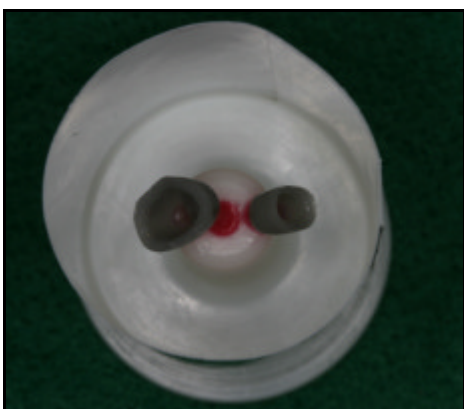


FIGURA 13 – Fixação do enceramento ao anel de inclusão      FIGURA 14 – Coroas após a injeção de Empress2

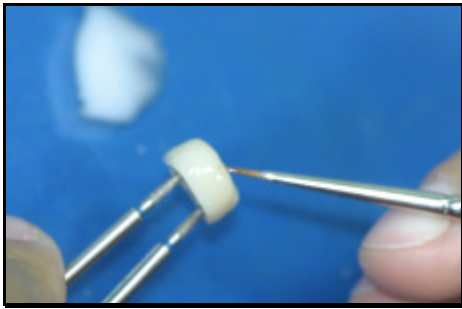


FIGURA 15 – Aplicação da Eris para Empress2

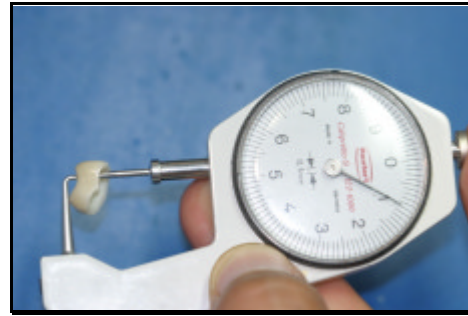


FIGURA 16 – Conferindo a espessura oclusal final

As peças glazeadas receberam jateamento com oxido de alumínio na parte interna e depois foram levadas para o ultra-som para serem finalmente limpas. Após a conclusão da etapa laboratorial de confecção das restaurações cerâmicas, estas foram levadas para serem cimentadas aos dentes preparados (Fig. 17).



FIGURA 17 – Coroa total cerâmica concluída

Todas as restaurações foram cimentadas com cimento adesivo resinoso Variolink II, Esthetic Cementation System (Ivoclar-Vivadent), seguindo as instruções do fabricante. Para o tratamento preliminar da restauração fez-se o condicionamento da face interna com ácido fluorídrico 8% por 1 min, seguindo-se a lavagem com spray ar-água da seringa tríplice e secagem com ar. Logo após, foi feita a silanização da parte interna condicionada aplicando-se o Monobond S com o auxílio de um pincel Microbrush até o molhamento completo desta superfície (Fig. 18 a; b; c e d).

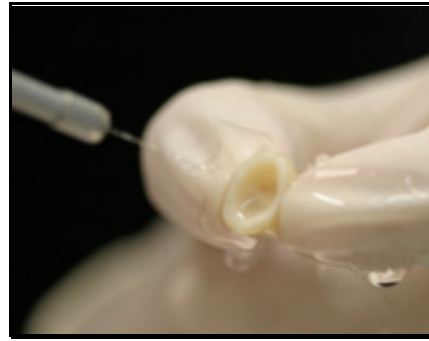


FIGURA 18 – a) Condicionamento interno da peça; b) lavação da peça;

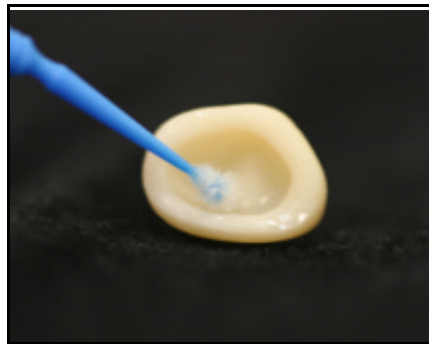
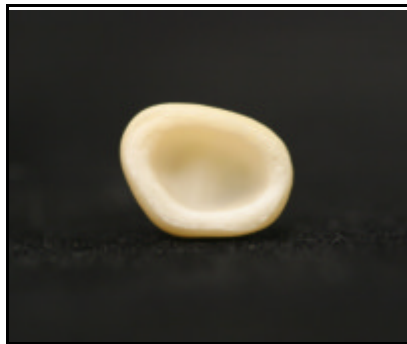


FIGURA 18 - c) peça condicionada e seca e d) aplicação do silano.

O condicionamento do preparo (esmalte, dentina) foi realizado com ácido fosfórico 30% por 15 s, lavado com spray ar-água da seringa tríplice e secado com suaves jatos de ar. A superfície de dentina ficava ligeiramente úmida após a remoção do ácido, para isso foi seca com papel absorvente que era aplicado sobre as superfícies de dentina até a remoção total do excesso de água ali acumulado (Fig. 19 a; b e c).



FIGURA 19 - a) Aplicação do ácido fosfórico; b) lavação com spray ar-água; c) secagem com papel absorvente;

Aplicação do agente adesivo (Excite DSC; Ivoclar-Vivadent) foi realizado na parte interna da restauração e em todo preparo (Fig. 20 a e b e Fig. 21 a e b). O adesivo não foi polimerizado previamente à colocação do cimento e do assentamento da restauração.

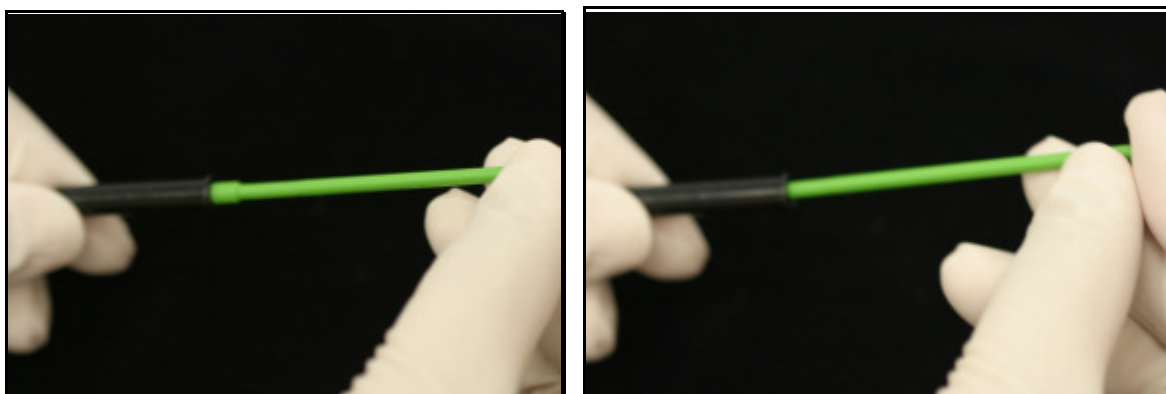


FIGURA 20 – a) Rompimento do lacre e b) ativação do adesivo Excite DSC

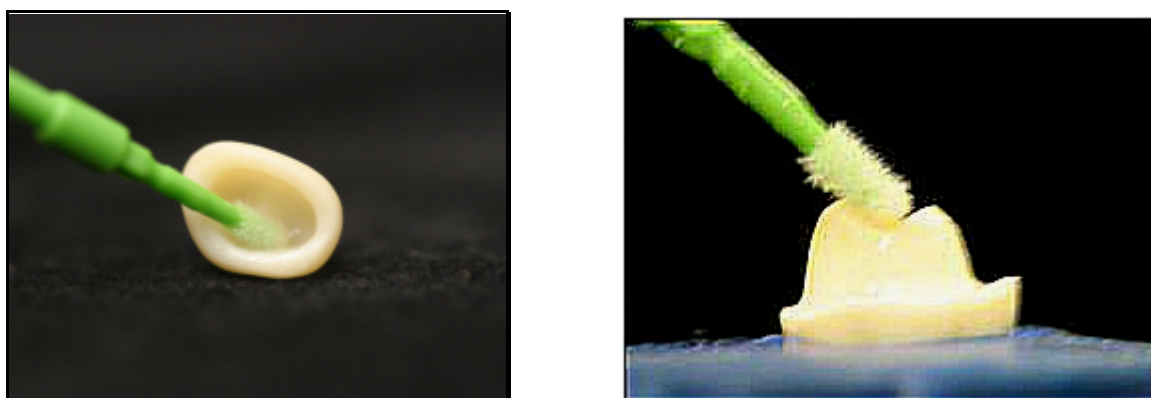


FIGURA 21 – a) aplicação do adesivo na restauração e b) aplicação do adesivo no preparo

Sobre o bloco de mistura, foram manipuladas as pastas base e catalisadora de baixa viscosidade do cimento Variolink II, na proporção 1:1, durante 10 s (Fig. 22 a e b). O cimento resinoso foi então aplicado tanto na parte interna da restauração quanto no preparo, evitando-se a inclusão de ar (Fig. 23 a e b). A colocação da peça e o assentamento foram feitos com cuidado e leve pressão, assegurando-se de que o cimento escoasse por todas as margens (Fig. 23 c). Com a peça em posição, mantendo ligeira pressão, foram eliminados os excessos de cimento com o auxílio de uma sonda exploradora (Fig. 23 d). Polimerizou-se por 10 s pela oclusal (Fig. 24), facilitando assim a remoção dos excessos residuais com lâminas de bisturi.

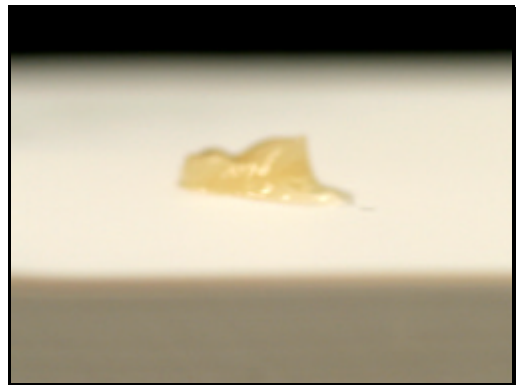
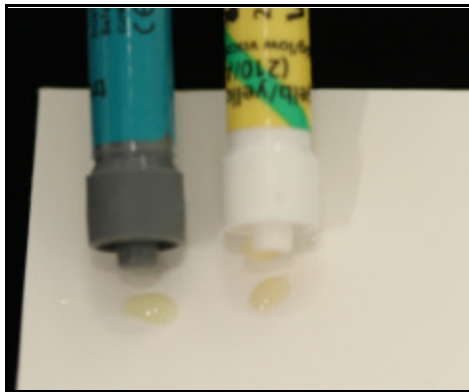


FIGURA 22 – a) pastas do cimento na proporção 1:1; b) aspecto homogêneo após a mistura

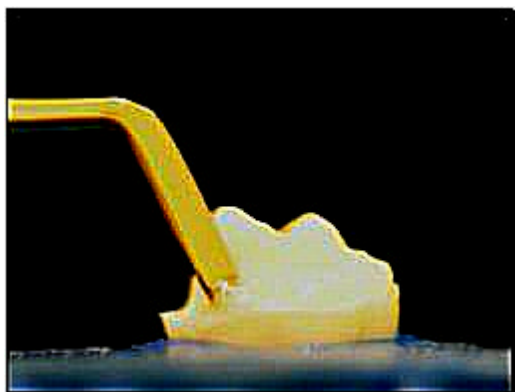
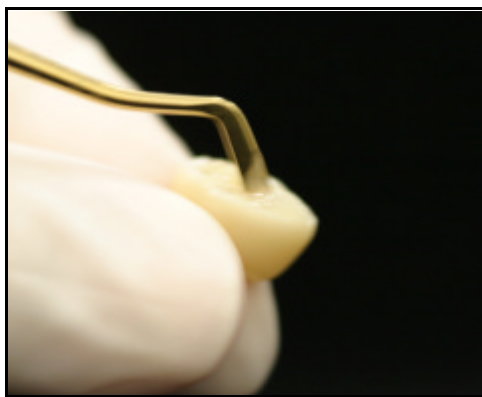


FIGURA 23 – a) aplicação de cimento na restauração; b) aplicação de cimento no Preparo

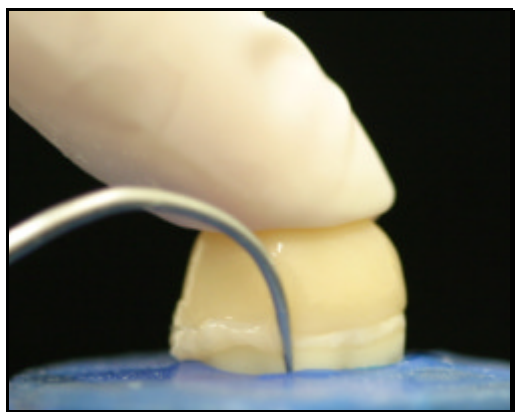
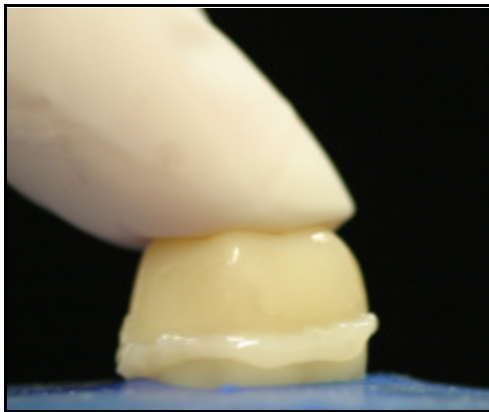


FIGURA 23 – c) adaptação da peça ao preparo, e d) remoção do excesso com sonda exploradora



FIGURA 24 – Polimerização por 10 s

Posteriormente foi feita a aplicação de um gel inibidor de oxigênio, presente no Kit Variolink II, nas margens para evitar o contato do oxigênio com a superfície da resina do cimento, o que inibiria a polimerização completa da camada superficial (Fig. 25 a) em seguida foi feita a polimerização final por 60 s em cada uma das faces livres (vestibular, lingual e oclusal) (Fig. 25 b).



FIGURA 25 – a) aplicação do gel inibidor de oxigênio; b) polimerização final por 60s na V, L e O

Após a cimentação das peças cerâmicas, os espécimes foram armazenados novamente em água destilada por 24 h aguardando a polimerização pós-cura do cimento para posteriormente serem submetidos ao teste de compressão.

O teste de compressão foi realizado na máquina Instron Universal Test 4444 (Instron Corp., Canton, Mass, USA) (Fig. 26 a e b), onde os dentes restaurados foram submetidos a uma carga compressiva à velocidade de 1mm/min. Esta força foi aplicada através de um cilindro metálico de 4 mm de diâmetro, posicionado ao longo do sulco oclusal principal das restaurações, no sentido méso-distal (Fig. 27 e 28).





FIGURA 26 – A) Máquina Instron Universal Test 4444, visão aproximada do painel.



FIGURA 27 – Espécime posicionado na máquina de teste.

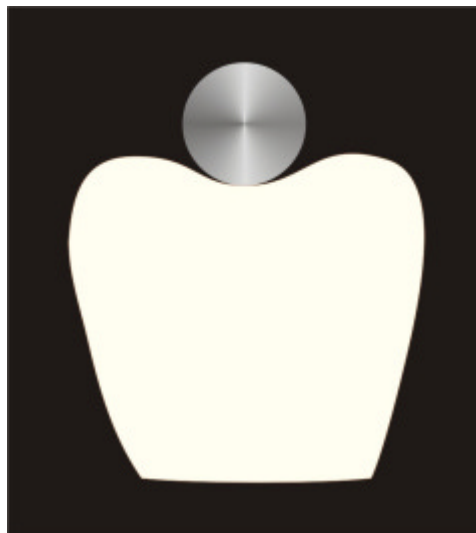


FIGURA 28 – Desenho esquemático da peça de teste adaptada, visão proximal.

O valor da força necessária para provocar fratura foi anotado para cada espécime. O tipo de fratura provocada em cada espécime também foi anotado de acordo com a seguinte classificação (Fig. 29):

TIPO 1: fratura mínima ou fissura da restauração.

TIPO 2: perda de menos da metade da coroa.

TIPO 3: metade da coroa perdida ou deslocada.

TIPO 4: mais da metade da coroa perdida.

TIPO 5: fratura severa do dente, coroa, ou ambos.

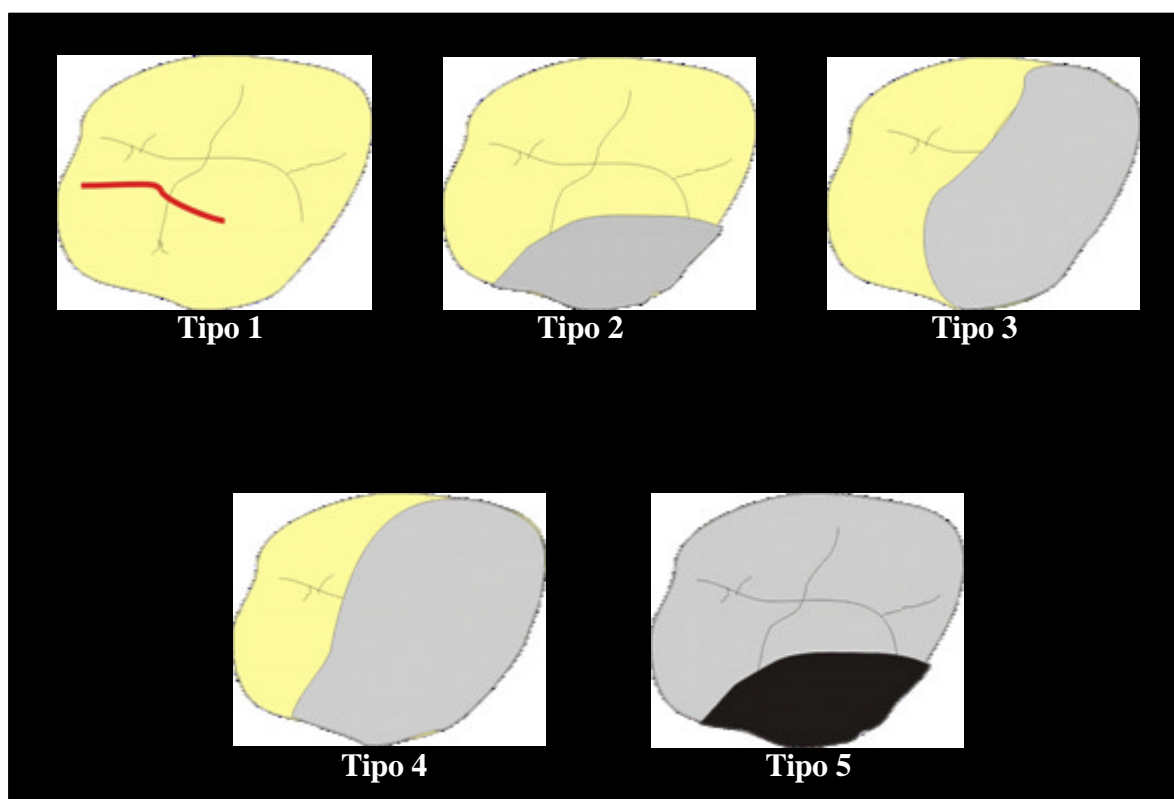


FIGURA 29 – Desenho esquemático dos tipos de fratura

#### **4.1 Análise estatística**

Os resultados foram submetidos aos testes estatísticos Wilcoxon (não-paramétrico) e Kruskal-Wallis (comparação múltipla).

## 5 RESULTADOS

Os resultados deste trabalho estão apresentados em tabelas e gráficos, que representam as ocorrências dos valores para cada grupo de estudo. Os dados originais, por espécime de cada grupo estão em anexo (ANEXO 2).

### 5.1 Teste de significância entre substratos

Tabela 1 - Estatísticas descritivas por substratos, valor em kN até ruptura.

Substrato	Total Amostra	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV <sup>(1)</sup>
Dentina	20	1,72	0,30	0,91	1,99	17,15%
Esmalte	20	1,90	0,17	1,22	2,00	9,11%

(1) Coeficiente de Variação (valor do desvio padrão dividido pela média).

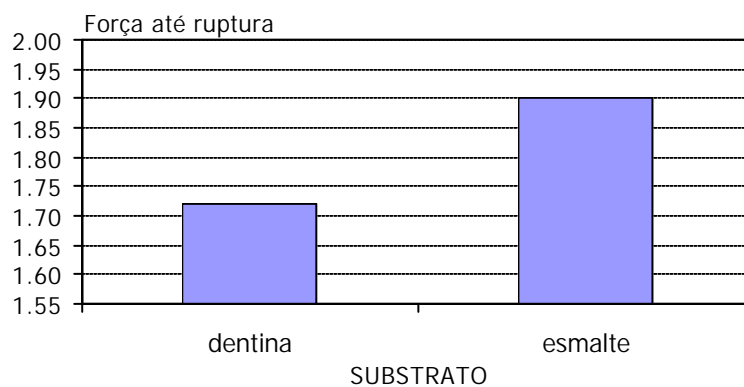


Gráfico 1 - Médias dos grupos estudados, valores em kN.

Para a comparação entre os grupos estudados aplicou-se o teste de Wilcoxon para comparação de duas amostras sem pré-suposição de comportamento ou distribuição (teste não-paramétrico).

O teste foi aplicado em nível de 5% de significância (p-value). Assim, se o valor de significância (p-value) for menor que 5% (0,05) a hipótese inicial será rejeitada.

Hipótese a ser testada:

*H<sub>0</sub>: Não há diferença entre as forças médias, medidas nos grupos estudados*

*H<sub>1</sub>: Existe diferença entre os grupos estudados*

Tabela 2 – Comparação entre substratos.

Substrato	N	Soma de Postos	Esperado sobre H <sub>0</sub>	Desvio Padrão sobre H <sub>0</sub>	Média de Postos	Estatística Qui-quadrado	p-value	resultado
Dentina	20	304,0	410,0	36,96	15,20	304,0	0,0043	Rejeita H <sub>0</sub>
Esmalte	20	516,0	410,0	36,96	25,80			

Conclusão estatística: rejeita a hipótese de igualdade entre os substratos. Existe diferença estatística significativa entre os substratos, segundo a força até a ruptura. Observa-se, neste estudo, que a resistência do substrato esmalte é maior que a resistência do substrato dentina.

## 5.2 Teste de significância entre espessura.

Tabela 3 - Estatísticas descritivas por substratos, valores em kN até ruptura.

Espessura	Total Amostra	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV <sup>(1)</sup>
1 mm	20	1,74	0,31	0,91	1,99	17,73
2 mm	20	1,88	0,17	1,33	2,00	8,83

(1) Coeficiente de Variação

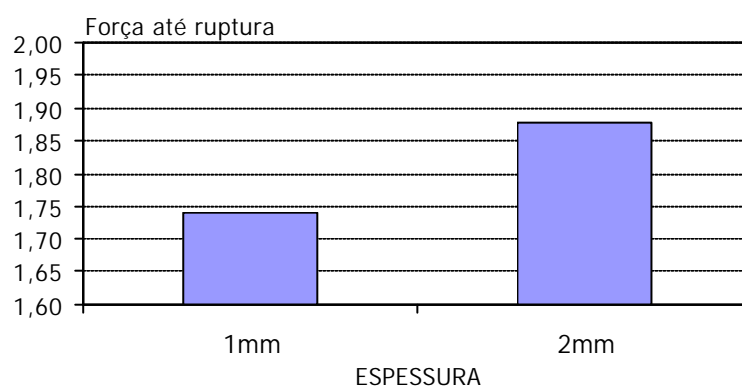


Gráfico 2 - Médias dos grupos estudados, valores em kN.

Para a comparação entre os grupos estudados mais uma vez aplicou-se o teste de Wilcoxon (teste não-paramétrico). O teste foi aplicado em nível de 5% de significância (p-value).

Hipótese a ser testada:

$H_0$ : Não há diferença entre as forças médias, medidas nos grupos estudados

$H_1$ : Existe diferença entre os grupos estudados

Tabela 4 – Comparação entre as espessuras.

Espessura	N	Soma de Postos	Esperado sobre $H_0$	Desvio Padrão sobre $H_0$	Média de Postos	Estatística Qui-quadrado	p-value	resultado
1 mm	20	330,50	410,0	36,96	16,53	330,50	0,0385	Rejeita $H_0$
2 mm	20	489,50	410,0	36,96	24,48			

Conclusão estatística: rejeita a hipótese de igualdade entre as espessuras. Existe diferença estatística significativa entre as espessuras, segundo a força até a ruptura. Observe-se, neste estudo, que a resistência da espessura de 2mm é maior que a resistência da espessura de 1mm.

### 5.3 Teste de significância entre grupos.

Tabela 5 - Estatísticas descritivas por grupos, valores em kN até ruptura.

Grupo	Total Amostra	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV <sup>(1)</sup>
1. Dentina, 1mm	10	1,65	0,37	0,91	1,99	22,23%
2. Dentina, 2mm	10	1,79	0,20	1,33	1,98	10,95%
3. Esmalte, 1mm	10	1,82	0,22	1,22	1,98	12,17%
4. Esmalte, 2mm	10	1,98	0,03	1,93	2,00	1,37%

(1) Coeficiente de Variação

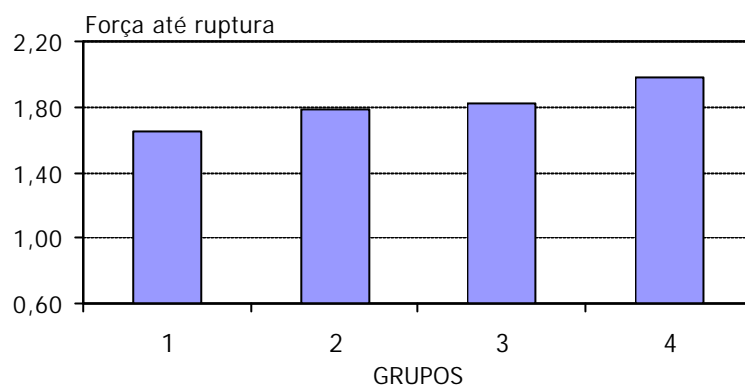


Gráfico 3 - Médias dos grupos estudados, valores em kN.

Para a comparação entre os grupos estudados mais uma vez aplicou-se o teste de Wilcoxon (teste não-paramétrico), aplicado em nível de 5% de significância (p-value).

Hipótese a ser testada:

$H_0$ : Não há diferença entre as forças médias, medidas nos grupos estudados

$H_1$ : Existe diferença entre os grupos estudados

Tabela 6 – Comparação entre os grupos.

Grupo	N	Soma de Postos	Esperado sobre $H_0$	Desvio Padrão sobre $H_0$	Média de Postos	Estatística Qui-quadrado	p-value	resultado
1	10	151,50	205,0	32,01	15,15	17,3664	0,0006	Rejeita $H_0$
2	10	152,50	205,0	32,01	15,25			
3	10	179,0	205,0	32,01	17,90			
4	10	337,0	205,0	32,01	33,70			



Conclusão estatística Teste de Kruskal-Wallis: rejeita a hipótese de igualdade entre os grupos.

Resultado da comparação múltipla de Kruskal-Wallis: (para grupos ligados, não foi observada diferença estatística entre as médias).

Tabela 7 – Média dos grupos, valores em kN.

<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>
1	10	1,65
2	10	1,79
3	10	1,82
4	10	1,98

Conclusão estatística: aplicando o teste de comparação múltipla de Kruskal-Wallis, existe diferença entre os grupos. O grupo 4 (esmalte a 2mm) possui diferença estatística significativa dos demais grupos envolvidos na pesquisa, é o grupo de maior resistência à fratura observada. Os demais grupos possuem o mesmo efeito (não há diferença estatística significativa), são os grupos com menor resistência a fratura anotada.

#### **5.4 Fraturas observadas por grupo.**

Tabela 8 – Fraturas observadas no grupo 1 – dentina, 1mm.

<b>Fraturas</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Porcentagem</b>
1. Fissura na restauração	7	70,0
2. Perda menos metade restauração	2	20,0
3. Metade da coroa perdida	0	0,0
4. Mais da metade da coroa perdida	0	0,0
5. Fratura severa do dente / coroa	1	10,0
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>100,0</b>

Tabela 9 – Fraturas observadas no grupo 2 – dentina, 2mm.

<b>Fraturas</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Porcentagem</b>
1. Fissura na restauração	7	70,0
2. Perda menos metade restauração	1	10,0
3. Metade da coroa perdida	1	10,0
4. Mais da metade da coroa perdida	0	0,0
5. Fratura severa do dente / coroa	1	10,0
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>100,0</b>

Tabela 10 – Fraturas observadas no grupo 3 – esmalte, 1mm.

<b>Fraturas</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Porcentagem</b>
1. Fissura na restauração	7	70,0
2. Perda menos metade restauração	0	0,0
3. Metade da coroa perdida	1	10,0
4. Mais da metade da coroa perdida	0	0,0
5. Fratura severa do dente / coroa	2	20,0
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>100,0</b>

Tabela 11 – Fraturas observadas no grupo 4 – esmalte a 2mm.

<b>Fraturas</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Porcentagem</b>
1. Fissura na restauração	9	90,0
2. Perda menos metade restauração	1	10,0
3. Metade da coroa perdida	0	0,0
4. Mais da metade da coroa perdida	0	0,0
5. Fratura severa do dente / coroa	0	0,0
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>100,0</b>

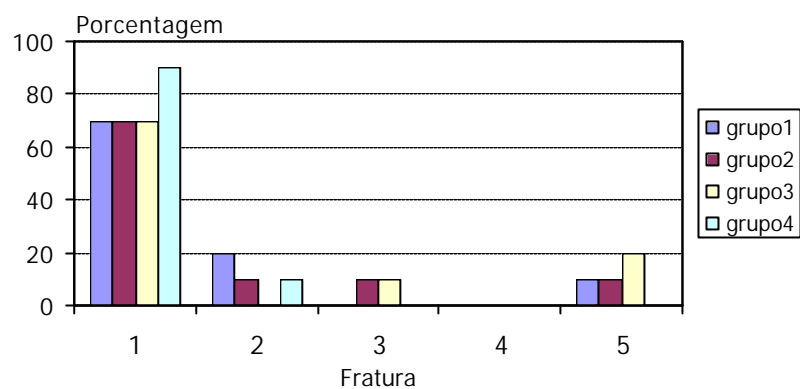


Gráfico 4 - Porcentagem de fraturas observadas, em cada grupo.

Observa-se que o tipo de fratura mais comum em todos os grupos estudados é a fratura tipo I, fissura da restauração ou fratura mínima.

## 6 DISCUSSÃO

Uma espessura mínima de porcelana é necessária para garantir à restauração resistência suficiente para suportar os esforços mastigatórios (BURKE; QUALTROUGH; HALE, 1995). No que se refere a espessura oclusal, diferentes são as orientações encontradas na literatura. As indicações com relação ao desgaste dental variam entre 1mm (MILOSEVIC; JONES, 1996) 1,5 mm a 2 mm (YATANI, 1998; EDETEMADI et al,1999). Não há um consenso quanto à espessura mínima de cerâmica necessária na oclusal para que a restauração seja suficientemente resistente.

Em algumas situações clínicas a profundidade oclusal do preparo pode ser mínima, porém com exposição de dentina. Por exemplo, no tratamento de dentes com erosão dental, algumas vezes o espaço interoclusal é pequeno, mas com exposição de dentina (MILOSEVIC; JONES, 1996). Nestes casos seria interessante um preparo mínimo, preservando ao máximo o remanescente dental, assim teríamos pequena espessura de cerâmica cimentada sobre dentina. Por outro lado, em casos de recuperação de dimensão vertical a alteração varia, podendo ser maior do que 2 mm, portanto, nenhum desgaste de estrutura dental seria necessário, obtendo diferentes espessuras de porcelana sobre esmalte (FREEDMAN, 1998).

Na presente pesquisa, a resistência à fratura das restaurações com espessura de 2mm foi maior que a resistência das restaurações com espessura de 1mm. Esta comparação foi realizada levando-se em conta apenas a variável espessura, independentemente do tipo de substrato dental subjacente.

Neste estudo, levando-se em conta apenas a variável substrato dental, independentemente da espessura oclusal da restauração, os grupos de restaurações cimentadas sobre dentina oclusal apresentaram uma média de resistência à fratura de 1,72 kN. Enquanto que os grupos com restaurações cimentadas em esmalte oclusal apresentaram média de resistência à fratura de 1,90 kN, sendo estes estatisticamente mais resistentes que aqueles.

A resistência à fratura das restaurações com 1 mm de espessura oclusal cimentadas sobre esmalte é semelhante às restaurações com 1 e 2 mm de espessura cimentadas sobre dentina.

Um dos fatores que pode influenciar a resistência da restauração quanto ao substrato dental subjacente seria a adesão a este substrato. Enquanto a adesão ao esmalte é uma técnica confiável, a adesão à dentina representa um desafio maior (PERDIGÃO; LOPES, 1999). A adesão ao esmalte requer a penetração de monômeros nas finas porosidades da camada superficial condicionada, porosa, formada por esmalte inorgânico. Enquanto a adesão à dentina necessita de remoção da lama dentinária, seguida da impregnação da extensa superfície desmineralizada durante o condicionamento. Esta estrutura e a composição da dentina dificultam a infiltração dos monômeros (BOWEN; MARJENHOF, 1993; PERDIGÃO; LOPES, 1999; PERDIGÃO et al., 2000). No entanto, Peumans et al. (1999) observaram um forte entrelaçamento micromecânico do cimento com as microrretenções tanto da estrutura dental quanto da porcelana tratada, sendo a superfície da porcelana mais retentiva que a superfície dental. A forte interação do cimento nas retenções de ambas superfícies, porcelana e substrato dental contribui para a forte adesão da porcelana, com boa retenção. Associada às características do material cerâmico empregado pode ajudar a explicar os elevados valores de resistência à compressão das restaurações cimentadas à dentina

observados no presente estudo, quando comparados a estudos anteriores. Nestes vários estudos os resultados oscilavam de 0,39 kN a 1,67 kN, sendo as variáveis o material cerâmico e de cimentação empregados, a quantidade de desgaste dental e a espessura da restauração. (BURKE; WATTS, 1994; BURKE, 1996; MAK; QUALTROUGH; BURKE, 1997; BURKE e WATTS, 1998; BURKE, 1999 a e b).

Estudos anteriores indicaram que, um dos pontos fracos da restauração cerâmica foi o cimento utilizado para fixá-lo. Os cimentos resinosos atuais não só preenchem o espaço entre restauração e o preparo, mas também promovem uma integração micromecânica e química do dente e da restauração (BURKE, 1995; FREEDMAN, 1998). A cimentação adesiva de restaurações cerâmicas diretamente à estrutura dental permite que as cargas incididas sobre a restauração sejam dissipadas e transferidas ao dente. Desta forma, restauração e dente comportam-se como uma só estrutura, aumentando a resistência à fratura de ambos. As cerâmicas reforçadas com cristais, uma vez cimentadas adesivamente à estrutura dental, são extremamente resistentes, mesmo em espessuras menores que 2 mm (FREEDMAN, 1998).

Para o teste de compressão realizado na presente pesquisa aplicou-se a metodologia semelhante àquela utilizada por Burke et al. (1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999a, 1999b) nos seus vários estudos, *in vitro*, sobre resistência à compressão de coroas cerâmicas. Assim, foram repetidos os procedimentos de armazenagem dos espécimes em água em temperatura ambiente, velocidade da carga e peça utilizada para aplicação da carga (cilindro metálico de 4 mm de diâmetro, sobre sulco oclusal principal), diferenciando apenas no elemento dental utilizado, substituindo-se os pré-molares por molares (BURKE; WATTS, 1994; BURKE, 1995; BURKE, 1996; MAK; QUALTROUGH; BURKE, 1997; BURKE ; WATTS, 1998; BURKE, 1999 a e b).

Neste estudo o grupo 4, restaurações com espessura oclusal de 2mm cimentadas sobre esmalte, possui diferença estatística significante dos demais grupos envolvidos na pesquisa, sendo o grupo de maior resistência à fratura observada. Os demais grupos possuem o mesmo efeito (não há diferença estatística significante), são os grupos com menor resistência à fratura anotada. Estes resultados são maiores que os encontrados nas pesquisas anteriores, em qualquer combinação de material cerâmico, de cimentação, material ou substrato subjacente e espessuras de desgaste tanto oclusais quanto axiais, e até mesmo maiores que a resistência do dente hígido (SCHERRER; de RIJK, 1993; BURKE; WATTS, 1994; BURKE, 1995; BURKE, 1996; MAK; QUALTROUGH; BURKE, 1997; BURKE; WATTS, 1998; BURKE, 1999 a e b).

Considerando que o sistema original IPS Empress estabeleceu índices de sucesso em torno de 95% para restaurações tipo coroas totais a longo prazo, as melhores características do material IPS Empress 2 prometem um grande êxito em seu desempenho clínico (SORENSEN; CRUZ; MITO, 1999). Assim, os resultados de resistência à compressão de coroas totais cerâmicas confeccionadas com este material, registrados neste estudo, *in vitro*, vêm confirmar as expectativas quanto às propriedades físicas do material. Além disto, é importante salientar que o tipo de fratura mais freqüentemente observado em todos os grupos é o tipo I, segundo a classificação utilizada por Burke, fissura ou fratura mínima da restauração. Resultado este diferente dos apresentados em estudos anteriores com outros materiais cerâmicos (BURKE; WATTS, 1994; BURKE, 1995; BURKE, 1996; MAK; QUALTROUGH; BURKE, 1997; BURKE; WATTS, 1998; BURKE, 1999 a e b).

## 7 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos conclui-se que:

1) Restaurações cerâmicas de IPS Empress 2 / ERIS para Empress 2 cimentadas adesivamente sobre esmalte (oclusal) apresentam maior resistência à fratura que restaurações cimentadas sobre dentina (oclusal), independente da espessura da restauração. Isto indica que o tipo de substrato dental (esmalte ou dentina) influi de forma significativa na resistência à fratura de coroas cerâmicas, independente da espessura oclusal da restauração.

2) Restaurações cerâmicas de IPS Empress 2 / ERIS para Empress 2 cimentadas adesivamente sobre esmalte, com espessura oclusal de 1mm apresentam a mesma resistência à fratura que restaurações cimentadas sobre dentina em espessuras de 1 e 2mm.



## REFERÊNCIAS<sup>2</sup>

BOWEN, R. L.; MARJENHOFF, W. A., Adhesion of composites to dentin and enamel **J. Calif. Dent. Assoc.**, Sacramento, v. 21, n. 6, p.19-22, 1993.

BROWN, D. The Status of Indirect Restorative Dental Materials. **Dent. Update**, Guildford, v.25, p. 23-34, Jan./ Feb. 1998.

BURKE, F. J. T. Fracture resistance of teeth restored with dentin-bonded crowns: the effect of increased tooth preparation. **Quintessence Int.**, Berlin, v. 27, n. 2, p. 115-121, 1996.

BURKE, F. J. T. Fracture resistance of teeth restored with dentin-bonded crowns constructed in a leucite-reinforced ceramic. **Dent. Mater.**, Washington, v.15, p. 359-362, 1999 a.

BURKE, F. J. T. Maximising the fracture resistance of dentine-bonded all-ceramic crowns. **J. Dent.**, Guildford, v. 27, n.3, 169-173, 1999.

BURKE, F. J. T. The effect of variations in bonding procedure on fracture resistance of dentin-bonded all-ceramic crowns. **Quintessence Int.**, Berlin, v. 26, n. 4, p.293-300, 1995.

BURKE, F. J. T.; QUALTROUGH, A. J. Follow-up evaluation of series of dentin-bonded ceramic restorations. **J. Esthet. Dent.**, Hamilton, v. 12, n. 1, p.16-22, 2000.

BURKE, F. J. T.; QUALTROUGH, A. J.; HALE, R. W. Dentin-bonded all-ceramic crowns: current status. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 129, p. 455-460, Apr. 1998.

BURKE, F. J. T.; QUALTROUGH, A. J.; HALE, R. W. The dentine-bonded ceramic crown: an ideal restoration? **Br. Dent. J.**, London, v. 179, n.2, p. 58-63, July 1995.

---

<sup>2</sup> Baseada na NBR 6023: 2002 da ABNT.

BURKE, F. J. T.; QUALTROUGH, A. J.; WILSON, N. H. F. A retrospective evaluation of dentin-bonded ceramic crowns. **Quintessence Int.**, Berlin, v. 29, n. 2, 103-106, 1998.

BURKE, F. J.; WATTS, D. C. Effect of differing resin luting systems on fracture resistance of teeth restored with dentin-bonded crowns. **Quintessence Int.**, Berlin, v. 29, n. 1, p.21-27, Jan. 1998.

BURKE, F. J.; WATTS, D. C. Fracture resistance of teeth restored with dentin-bonded crowns. **Quintessence Int.**, Berlin, v. 25, n. 5, p. 335-340, May 1994.

CHAIN, M. C.; ARCARI, G. M; LOPES, G. C. Restaurações cerâmicas estéticas e próteses livres de metal - As novas alternativas possibilitadas pelas novas porcelanas. **RGO**, Porto Alegre, v.48, n.2, p.67-70, abr./jun. 2000.

DALLOCA, L.L.; BRAMBILLA, R. Indirect ceramic system for posterior esthetics. **J. Esthet. Dent.**, Hamilton, v.9, n.3, p.119-123, 1997.

ETEMADI, S. *et al.* Assessment of Tooth Preparation Designs for Posterior Resin-Bonded Porcelain Restorations. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v.26, p. 691-697, 1999.

FERRARI, M. *et al.* Bond strengths of a porcelain material to different abutment substrates. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 25, p. 299-305, 2000.

FRADEANI, M.; AQUILANO, A. Clinical experience with Empress crowns. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v. 10, n. 3, p. 241-247, 1997.

FRADEANI, M.; REDEMAGNI, M An 11-year clinical evaluation of leucite-reinforced glass-ceramic crowns: a retrospective study. **Quintessence Int.**, Berlin, v. 33, n. 7, p. 503-510, July 2002.

FREEDMAN, G. Ultraconservative Dentistry. **J. Esthet. Dent.**, Hamilton, v.42, n.4, p.683-693, Oct. 1998.

GEMALMAZ, D.; ERGIN, S. Clinical Evaluation of All-Ceramic Crowns. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.87, n.2, p.189-196, 2002.

IPS EMPRESS 2®: Liechtenstein: Servicio científico, 1999. p. 3-8.

KELLY, J.R.; NISHIMURA, I.; CAMPBELL, S.D. Ceramic in dentistry: History and historical roots and current perspectives. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.75, n.1, p.18-32, Jan. 1996.

KOCH, M. J.; GARCIA-GODOY, F. The clinical performance of laboratory-fabricated crowns placed on first permanent molars with developmental defects. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 131, n. 9, p. 1285-1290, 2000.

LEHNER, C. *et al.* Short-term results of IPS-Empress full-porcelain crowns. **J. Prosthodont.**, Philadelphia, v. 6, n. 1, p. 20-30, 1997.

MAK, M.; QUALTROUGH, A. J.; BURKE, F. J. T. The effect of different ceramic materials on the fracture resistance of dentin-bonded crowns. **Quintessence Int.**, Berlin, v. 28, n. 3, p.197-203, 1997.

MILOSEVIC, A.; JONES, C. Use of resin-bonded ceramic crowns in a bulimic patient with severe tooth erosion. **Quintessence Int.**, Berlin, v. 27, n. 2, p.123-127, 1996.

PANIGHI, M.; G'SELL, C. Effect of the tooth microstructure on the shear bond strength of a dental composite. **J. Biomed. Mater. Res.**, New York, v. 27, n. 8, p.975-981, 1993.

PERDIGÃO, J. *et al.* New treats in dentin/enamel adhesion. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 13, p.25d-30d, Nov. 2000, número especial

PERDIGÃO, J.; LOPES, M. Dentin Bonding-Questions for The New Millenium. **J. Adhes. Dent.**, v.1, n.3, p.191-209, 1999.

PEUMANS, M. *et al.* Porcelain veneers bonded to tooth structure: an ultra-morfological FE-SEM examination of the adhesive interface. **Dent. Mater.**, Washington, v. 15, p.105-119, 1999.

PHILLIPS, R.W. Porcelanas Odontológicas. In\_\_\_**Skinner's science of dental materials**. 9th ed. Philadelphia : Saunders, 1991. cap.26, p.291-304.

QUALTROUGH, A. J.; PIDDOCK, V. Dental ceramics: what´s new? **Restorative Dentistry**, v. 29, p. 25-33, Jan/Feb, 2002.

RITTER,A. V.; BARATIERI,L. N. Ceramic Restoration for Posterior Teeth: Guidelines for The Clinician. **J. Esthet. Dent.**, Hamilton, v.11, n. 2, p.71-86, 1999.

SCHERRER, S. S.; de RIJK W. G. The fracture resistance of all-ceramic crowns on supporting structures with different elastic moduli. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v. 6, n. 5, p.462-467, 1993.

SEVERANCE, G. Presentación de una nueva cerámica vítrea de disilicato de litio: IPS Empress 2. **Signature Internacional**, v. 4, n. 1, p.1-3, 1999.

SJÖGREN, G. et al. Clinical Examination of Leucite-Reinforced Glass-Ceramic Crowns (Empress) in General Practice: A Retrospective Study. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v.12, n.2, p.122-128, 1999.

SORENSEN, J. A.; CRUZ, M.; MITO, W. T. Resultados de la investigación de un sistema restaurador de disilicato de litio: IPS Empress 2. **Signature Internacional**, v. 4, n. 1, p.4-10, 1999.

SORENSEN, J. A. *et al.* IPS-Empress crown system: three-year clinical trial results. **J. Calif. Dent. Assoc.**, Sacramento, v. 26, n. 2, p.130-136, 1998.

YATANI, H. et al. Etched-Porcelain Resin-Bonded Onlay Tecniqe for Posterior Teeth. **J. Esthet. Dent.**, Hamilton, v.10, n.6, p.325-332, 1998.

## **ANEXOS**