



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia

CÉSAR DALMOLIN BERGOLI

**TAXA DE SOBREVIDA, CARGA PARA FRATURA E
ANÁLISE POR ELEMENTOS FINITOS DE DENTES
ANTERIORES RESTAURADOS COM FACETAS
CERÂMICAS VARIANDO O DESENHO DO PREPARO**

2013

CÉSAR DALMOLIN BERGOLI

**TAXA DE SOBREVIDA, CARGA PARA FRATURA E ANÁLISE POR
ELEMENTOS FINITOS DE DENTES ANTERIORES RESTAURADOS
COM FACETAS CERÂMICAS VARIANDO O DESENHO DO PREPARO**

Tese apresentada ao curso de Odontologia do Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP - Univ Estadual Paulista, Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de DOUTOR, pelo Programa de Pós Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Especialidade Prótese Dentária.

Orientador: Prof Tit Marco Antonio Bottino

Co-Orientadores: Profa Assoc Josete Barbosa Cruz Meira

Prof Adj Luiz Felipe Valandro Soares

São José dos Campos

2013

BANCA EXAMINADORA

Prof. Tit. Marco Antonio Bottino (Orientador)

Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos
UNESP – Univ Estadual Paulista

Profa. Dra. Renata Marques de Melo Marinho

Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos
UNESP – Univ Estadual Paulista

Prof. Dr. Alexandre Luiz Souto Borges

Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos
UNESP – Univ Estadual Paulista

Prof. Tit. Renata Faria

Faculdade de Odontologia da Universidade Paulista de São Paulo
Universidade Paulista - UNIP

Prof. Assoc. Carlos José Soares

Faculdade de Odontologia de Uberlândia
Universidade Federal de Uberlândia – UFU

São José dos Campos, 01 de agosto de 2013.

DEDICATÓRIA

Gostaria de dedicar essa tese...

À DEUS e Nossa Senhora Medianeira. Fontes invisíveis de infinita força. Crêr na presença de vocês sempre me confortou e motivou a seguir adiante. Sem suas presenças nenhuma graça teria sido obtida.

As minhas irmãs *Roberta Dalmolin Bergoli de Almeida e Carla Dalmolin Bergoli.* Como diz a letra de uma certa música: “Vocês são a minha melhor ponte com o passado e possivelmente quem irá sempre me apoiar no futuro”. Obrigado por todo amor, cuidado e atenção que tiveram com o irmão caçula. Nossa relação tem todo o carinho que existe entre irmãos e a cumplicidade que impera entre amigos.

Aos meus pais *Julio César Bergoli e Nelva Maria Dalmolin Bergoli.* Apesar de ser impossível expressar em palavras tudo que sinto e penso, tentarei:

“Os nossos pais amam-nos porque somos seus filhos, é um fato inalterável. Nos momentos de sucesso, isso pode parecer irrelevante, mas nas ocasiões de fracasso, oferecem um consolo e uma segurança que não se encontram em qualquer outro lugar”.

(Bertrand Russel).

“A vocês, que me deram a vida e me ensinaram a vivê-la com dignidade, não bastaria um obrigado. A vocês, que iluminaram meus caminhos obscuros com afeto e dedicação para que os trilhásse sem medo e cheio de esperança, não bastaria um muito obrigado. A vocês, que se doaram inteiros e renunciaram aos seus sonhos, para que, muitas vezes, pudésse realizar o meu. Pela longa espera e compreensão durante essa longa viagem, não bastaria um muitíssimo obrigado. A vocês, pais por natureza, por opção e amor, não bastaria dizer, que não tenho palavras para agradecer tudo isso. Mas é o que agora, quando procuro arduamente uma forma verbal de exprimir uma emoção ímpar, me acontece. Uma emoção que jamais seria traduzida por palavras”.

Obrigado por terem me cuidado, me alimentado e me vestido, quando ainda não tinha condições para isso. Obrigado por terem me levantado nas primeiras quedas e me estimulado a seguir adiante. Obrigado por terem me dado condições para que me desenvolvesse intelectualmente e me deixado livre para fazer minhas escolhas. Obrigado por terem me ensinado o significado da palavra *FAMÍLIA*. Obrigado por terem feito do meu sonho o de vocês, e acima de tudo, *OBRIGADO POR ME AMAREM. AMO VOCÊS!*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer...

Ao meu orientador professor *Marco Antonio Bottino*.

Primeiro por ter acreditado em mim e me dado a oportunidade de realizar meu doutorado nessa instituição. Acreditar e apoiar o sonho das pessoas, mesmo em alguns casos sem conhecê-las, é uma enorme demonstração de bondade e caráter. Agradeço ao fato de nunca ter medido esforços para nos proporcionar as melhores condições possíveis para desenvolvermos nossas pesquisas. Mesmo que para isso tenha renunciado seus momentos de descanso e aberto mão do convívio com sua esposa, filhos e neta. Agradeço a todos os ensinamentos transmitidos durante minha trajetória, não apenas os científicos e clínicos, mas principalmente os ensinamentos de vida, que obtive após anos de Odontologia e de Pós-graduação. A cada frase que pronunciava nas reuniões de sexta-feira, o modo com que lidava (e resolvia) com os problemas da pós-graduação, a forma como nos mantinha focados e firmes nos nossos objetivos. Prestei atenção a cada um desses momentos e pretendo levar esses ensinamentos para toda minha vida. Palavras são muito pouco para agradecer a tudo que recebi, mas tenha certeza que farei o possível para retribuir a altura todo aprendizado adquirido.

À minha co-orientadora professora *Josete Barbosa*

Cruz Meira. Inicialmente preciso agradecer por ter me dado a oportunidade de conviver com a senhora durante esse período. Agradecer por ter me recebido tão bem junto ao departamento de Biomateriais e

Biologia Oral da USP e me dado a oportunidade de ser seu orientado. Agradeço por ter tido muita paciência para transmitir os conhecimentos necessários à execução dos nossos trabalhos, independente da minha dificuldade em compreendê-los. Agradeço por ter aberto minha visão para o mundo da análise por elementos finitos e feito com que eu me encantasse ainda mais por esse universo. Certamente levarei seus ensinamentos para toda vida.

Ao meu co-orientador professor *Luiz Felipe Valandro*

Soares. Muito mais do que um orientador, um amigo, um tutor, um mestre. Além de ser, para mim, um exemplo perfeito de organização, foco, trabalho e dedicação, me ensinou a ser mais humano, ético, respeitar as diferenças e saber ouvir. Me ergueu nas derrotas e me aplaudiu nas vitórias. Sofreu com os insucessos e vibrou com minhas conquistas. Me ensinou, direta e indiretamente, a ser algo além do que um bom pesquisador e/ou orientador, me mostrou o que é ser um bom cidadão e um grande *AMIGO*. Professor, essa é apenas mais uma etapa que alcançamos juntos. Que outros desafios venham e que eu tenha o privilégio que enfrentá-los ao seu lado. Muito obrigado.

Aos meus *amigos e colegas do programa de pós-graduação em Odontologia restauradora*. Professor Bottino sempre disse que tínhamos que ser como uma “família”, que sempre deveríamos nos ajudar e trabalhar juntos. Após esses quase três anos de convivência tenho certeza que seguimos ao “pé da letra” os ensinamentos e conselhos do professor. O respeito e admiração obtidos foram além da relação profissional. As ajudas foram além do âmbito científico ou clínico. Os momentos compartilhados não se restringiram a congressos, aulas de

crédito ou aos muros da faculdade, fazendo com que abrissemos, muitas vezes, nossos corações e compartilhássemos nossas opiniões, sentimentos e angústias. Tenho certeza em dizer que sem vocês tudo teria sido muito mais difícil. E que hoje, minha família está maior, pois levo de São José dos Campos muito mais do que colegas, mas sim irmãos e irmãs.

Em especial gostaria de agradecer aos colegas *Pedro Henrique Corazza, Humberto Lago de Castro, Lucas Hian e Rodrigo Furtado de Carvalho*, pelo convívio diário e pela constante troca de aprendizado.

À todos meus amigos da graduação. A convivência com vocês mostrou que títulos não devem mudar as pessoas, que podemos ser extremamente competentes em algum assunto e ao mesmo tempo termos momentos de descontração e divertimento. Vocês me ajudaram muito a relaxar e aliviar as tensões decorrentes das responsabilidades, fazendo com que o dia-a-dia fosse muito mais fácil e prazeroso. Em especial agradeço aos amigos *Gabriel Arruda, Julio Ferraz, Evandro Utrini, Everton Custódio Ramos, Fernando Herbst, Daniel, Matheus Biserra, Gustavo Alckmin, Jéssica Zanela e Cristina Gilbertoni*.

Aos amigos que a cidade de São José dos Campos me proporcionou, em especial ao *Hugo Sacoraque, Gabriel Portela Paulo, Eduardo Rocha e Julio Victor Paulin*. Sempre levarei as

lembranças e os bons momentos no meu coração.

Aos funcionários do laboratório de pesquisa de Materiais Dentários *Tahís Cachutê Paradelia e Marcos Vestali*, pela incansável colaboração e pelo ótimo convívio diário.

Ao *Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos*, em nome do seu diretor Carlos Augusto Pavanelli, à *universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho (UNESP)*, em nome do reitor Julio Cezar Durigan, e ao *Programa de Pós-graduação em Odontologia Restauradora*, em nome da coordenadora professora Marcia Carneiro Valera, por terem me recebido muito bem e dado total condições para que eu realizasse com qualidade meu doutoramento.

Aos professores do programa de pós-graduação em odontologia restauradora que contribuíram diretamente durante meu doutoramento, sendo deveras importantes para minha formação como futuro doutor, pesquisador e clínico. Com destaque aos professores *Rubens Tango, Alexandre Luiz Souto Borges, Renata Marques de Melo Marinho, Guilherme de Siqueira Ferreira Anzaloni Saavedra, Rodrigo Othavio de Assunção e Souza e Luiz Felipe Valandro Soares*.

À *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)* por acreditar na qualidade do nosso projeto de tese e assim conceder-me a bolsa de doutorado (processo 2012/03556-7). Apesar de me tranquilizar quanto ao custeio financeiro durante o doutoramento, a concessão dessa bolsa aumentou a responsabilidade, minha e de meus orientadores, quanto a utilização correta e devida do dinheiro público investido. Numa sociedade onde, infelizmente, vemos o desperdício e o mau uso de nosso dinheiro, essa bolsa nos motivou ainda mais a desenvolver uma pesquisa de qualidade, justificando o investimento.

À empresa *IVOCLAR VIVADENT* pela doação dos materiais utilizados nessa pesquisa e pela confiança em nós depositada.

*“Tão fundamental quanto conhecer o conhecimento existente, é
estarmos abertos e aptos à produção do conhecimento
ainda não existente...”*

Paulo Freire

SUMÁRIO

RESUMO	13
ABSTRACT	14
1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	19
3 PROPOSIÇÃO	40
4 MATERIAL E MÉTODOS	41
4.1 Seleção dos dentes	41
4.2 Embutimento e simulação do ligamento periodontal	41
4.3 Randomização dos espécimes	44
4.4 Preparo dos espécimes	45
4.5 Moldagem	48
4.6 Confecção das facetas cerâmicas	48
4.7 Cimentação das facetas cerâmicas	54
4.7.1 Condicionamento do remanescente dental.....	54
4.7.2 Condicionamento da cerâmica.....	55
4.8 Envelhecimento por ciclagem mecânica e avaliações periódicas	55
4.8.1 Avaliação da taxa de sobrevida.....	56
4.9 Avaliação da carga para fratura dos espécimes	56
4.10 Análise de falha	56
4.11 Análise pelo método de elementos finitos (MEF)	57
4.12 Análise estatística	63
5 RESULTADOS	64
5.1 Resultados experimentais.....	64
5.2 Resultados da análise pelo método de elementos finitos.....	66
6 DISCUSSÃO	70

7 CONCLUSÃO.....	79
8 REFERÊNCIAS.....	80
ANEXO.....	87

Bergoli CD. Taxa de sobrevida, carga para fratura e análise por elementos finitos de dentes anteriores restaurados com facetas cerâmicas variando o desenho do preparo [tese]. São José dos Campos (SP): Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2013.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a taxa de sobrevida, carga para fratura e distribuição de tensões de incisivos centrais e caninos superiores restaurados com facetas cerâmicas variando o desenho do preparo. Trinta incisivos centrais superiores e trinta caninos superiores (N=60) foram selecionados para o estudo. Os espécimes foram embutidos até 3 mm da junção cimento esmalte e o ligamento periodontal simulado usando um material a base de poliéter. Após essa etapa os espécimes foram randomizados em quatro grupos (n=15) de acordo com o desenho do preparo e o tipo de dente: Gr1- Incisivo central com preparo conservador; Gr2- Incisivo central com preparo convencional com chanfro palatino; Gr3- Canino com preparo conservador; Gr4 – Canino com preparo convencional com chanfro palatino. Os espécimes foram restaurados com facetas cerâmicas a base de di-silicato de lítio, obtidas pela técnica da injeção. Os espécimes foram submetidos à 4.10^6 ciclos mecânicos (45°, 37°C, 100 N, 4 Hz) e avaliados quanto a possíveis falhas a intervalos de 500.000 ciclos. Ao final da ciclagem mecânica os espécimes que sobreviveram foram submetidos ao teste de compressão. Modelos semelhantes aos utilizados no teste laboratorial foram simulados bi-dimensionalmente (Rhinoceros® 4.0) e o comportamento mecânico avaliado (MSC.Patrans 2005r2 e MSC.Marc 2005r2) através dos valores de Tensão Máxima Principal. As taxas de sobrevida dos corpos de prova foram calculadas pelo teste de Kaplan Meier e Log-rank ($\alpha=0.05$) e os valores de carga para fratura pelo teste *T-Student* ($\alpha=0.05$). Todos os grupos apresentaram taxas de 100 % de sobrevida, não havendo diferença estatística entre eles. O teste *T-Student* não mostrou diferença estatística para os diferentes desenhos de preparo, mas mostrou diferença para os diferentes dentes submetidos ao mesmo desenho de preparo. O teste de elementos finitos mostrou maior concentração de tensões de tração na faceta cerâmica para os grupos submetidos ao preparo com chanfro palatino.

Palavras-chave: Cerâmica. Prótese dental. Cimento resinoso.

Bergoli CD. Survival rate, load to fracture and finite element analysis of anterior teeth restored with ceramic veneers varying the prepare design [doctorate thesis]. São José dos Campos (SP): Institute of Science and Technology, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2013.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the survival rate, load to fracture and tensile distribution of human central incisors and canines restored with ceramic veneers varying the prepare design. Thirty human central incisors and thirty canines (N=60) were selected for the study. The specimens were embedded with acrylic resin up to 3 mm of the cemento/enamel junction and the periodontal ligament was simulated with polyether. After this step the specimens were randomized in four groups (n=15), based on the tooth prepare design and type of teeth: Gr1- Central incisor with a conservative prepare; Gr2- Central incisor with conventional prepare with palatine chamfer; Gr3- Canine with conventional prepare; Gr4 - Canine with conventional prepare with palatal chamfer. The specimens were prepared, molded and models with rock stone type IV were obtained. Ceramic veneers (IPS e.max Press, Ivoclar Vivadent, Schann) were confectioned. The veneers were adhesively cemented on specimens. The specimens were submitted to mechanical cycling (45o, 37oC, 100 N, 4 Hz, 4.000.000 cycles) and evaluated at each 500.000 cycles to detect any kind of failure. Specimens that survive to mechanical cycling were submitted to fracture resistance test. Identical models were draw bi-dimensionally (Rhinceros® 4.0) and the mechanical behavior were evaluated (MSC.Patrans 2005r2 e.MSC.Marc 2005r2) by Maximum Principal Stress. The survival rate were evaluated by Kaplan-Meier test ($\alpha=0.05$), while load to fracture values was evaluated by T-Student test ($\alpha=0.05$). All groups showed same values of survival rate (100%). Same teeth showed same values of fracture load, independently the design of prepare. Different teeth, showed differences in the fracture load, when submitted to same design prepare. The laminate veneer with the palatal chamfer design showed higher Maximum Principal Stress values.

Keywords: Ceramic. Dental prosthesis. Resin cement.

1 INTRODUÇÃO

A correção de defeitos estéticos dentários na região anterior da maxila e mandíbula sempre foi um desafio para a Odontologia restauradora. Por muitos anos a indicação de preparos para coroas totais foi a técnica restauradora mais indicada para a correção desses defeitos cosméticos (Aykor, Ozel, 2009), no entanto essa técnica é invasiva, gerando grande perda de estrutura dental, podendo levar a conseqüências negativas do ponto de vista mecânico e biológico.

A característica de mínima invasibilidade gerada pelos preparos para facetas dentárias tem tornado essa técnica cada vez mais indicada, uma vez que a Odontologia atual tem intensificado sua busca por procedimentos conservadores (Bottino et al., 2009). Trabalhos têm mostrado que essa técnica tem sido utilizada com sucesso para correção de mal posicionamento dentário, manchamentos, pequenas fraturas dentais, fechamento de diastema, etc., indicações que melhoram as condições estéticas dos pacientes (Belser, Magne, 1997; Magne et al., 2000; Fradeani et al., 2005; Bottino et al., 2009).

De acordo com a classificação proposta por Bottino e Faria (2013) existem seis desenhos de preparos para facetas cerâmicas (Quadro 1), diferindo entre si basicamente pela extensão do preparo. A utilização de cada uma das técnicas de preparo pode depender de alguns fatores relacionados a quantidade de tecido dental remanescente, presença de restaurações prévias, comprimento da coroa clínica e presença de tratamento endodôntico. No entanto, o que é visto clinicamente é que o desenho do preparo para a confecção da faceta cerâmica passa por uma escolha pessoal do operador, sem o embasamento de conceitos científicos.

Quadro 1 - Tipos e extensão dos preparos para facetas cerâmicas de acordo com classificação de Bottino e Faria (2013)

Tipo de Preparo Para Faceta Cerâmica	Extensão do Preparo
Preparo ultraconservador/ "lentes de contato"	O desgaste é feito somente em regiões que impeçam a adaptação da faceta
Preparo parcial	Terço incisal ou guia canina
Preparo conservador	Preservação dos contatos proximais sem recobrimento da face incisal
Preparo convencional	Preservação dos contatos proximais com recobrimento da face incisal
Preparo convencional com chanfro palatino/lingual	Preservação dos contatos proximais com recobrimento da face incisal formando um chanfro palatino/lingual
Preparo estendido	Remoção dos contatos proximais com recobrimento da face incisal formando chanfro palatino

Estudos laboratoriais avaliando a influência dos diferentes desenhos, mostraram que os valores de resistência à fratura foram semelhantes aos dentes hígidos e a dentes restaurados com coroas totais (Stappert et al., 2005; Chun et al., 2010; D'arcangelo et al., 2010; Schmidt et al., 2011). Além da existência desses estudos "in vitro", alguns estudos clínicos foram realizados para avaliar o comportamento a longo prazo de dentes restaurados com facetas cerâmicas variando o desenho do preparo (Guess, Stappert, 2008; Ruiz et al., 2010; Layton, Walton, 2007; Burke, Lucarotti, 2009; Smales, Etemadi, 2004; Gresnigt et al., 2013). A maioria desses estudos encontrou valores de taxa de sobrevivência e taxa de sucesso superiores a 80%, quase sempre concluindo que as facetas cerâmicas são uma boa opção restauradora.

A realização de estudos clínicos nos fornece o maior grau de evidência científica sobre o comportamento de um material ou técnica restauradora. No entanto esses estudos são demorados, de difícil

execução e possuem alto custo (Adebayo et al., 2008). Dessa forma, testes laboratoriais são importantes ferramentas de avaliação, pois permitem uma comparação de diferentes materiais sob condições controladas (Adebayo et al., 2008). Entre os testes laboratoriais, a realização de envelhecimento das amostras através da ciclagem mecânica submete os espécimes a condições de carga, temperatura e humidade próximas da situação clínica, podendo induzir a propagação de trincas e fraturas, através de forças de baixa intensidade (Wiskott et al., 1995; Dietschi et al., 1997).

A utilização de testes não destrutivos, como a análise pelo método de elementos finitos, associados a testes laboratoriais, permite uma melhor compreensão dos fenômenos que ocorrem e um melhor entendimento do comportamento do sistema testado (Soares et al., 2008; Versluis et al., 2006). O teste pelo método de elementos finitos propicia uma melhor compreensão da distribuição das tensões ao longo de uma interface ou de um material, permitindo verificar com mais precisão o comportamento do sistema (Farah et al., 1973).

Mesmo existindo estudos avaliando e mostrando bom comportamento das facetas cerâmicas como opção restauradora, existem lacunas no que diz respeito qual o melhor desenho de preparo para restauração de diferentes dentes, uma vez que a maioria dos estudos utiliza apenas incisivos centrais. Também faltam avaliações mais aprofundadas do comportamento biomecânico de dentes restaurados com facetas cerâmicas, que visem responder o motivo ou apontar os fatores de risco das falhas existentes. Ainda observamos, entre os artigos selecionados, que a maioria dos trabalhos “in vitro” não submeteram seus espécimes a testes de envelhecimento sob condições controladas nem realizaram observações de outros possíveis tipos de falha, a não ser a fratura do conjunto. Assim, uma avaliação mais criteriosa, através da taxa de sobrevivência poderia enriquecer cientificamente o assunto, uma vez que

essa taxa representa a estimativa de algum evento ocorrer decorrido um certo período de tempo.

Por essas razões entendemos ser pertinente avaliar, por meio do envelhecimento por ciclagem mecânica, teste de carga para fratura e método de elementos finitos, a taxa de sobrevivência e comportamento mecânico de incisivos centrais e caninos superiores restaurados com facetas cerâmicas variando o desenho do preparo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Wall et al.(1992), avaliaram a resistência à fratura de incisivos centrais inferiores restaurados com facetas cerâmicas, variando as espessuras dos preparos: Gr1 – grupo controle (dente íntegro); Gr2- somente desgaste vestibular de 0.7 mm; Gr3- desgaste vestibular e redução incisal de 0.5 mm; Gr4- desgaste vestibular e redução incisal de 1.0 mm; Gr5- desgaste vestibular e redução incisal de 2.0 mm. Como resultado os autores não encontraram diferenças para os valores de resistência à fratura entre os grupos do estudo.

Em um estudo com dois anos de acompanhamento, Meijering et al. (1998), observaram a taxa de sobrevida de 179 dentes (108 incisivos centrais e 71 incisivos laterais) restaurados com diferentes tipos de faceta cerâmica (69 facetas de resina composta direta, 54 facetas de resina composta indireta e 56 facetas de cerâmica feldspática) e dois tipos de desenho de preparo (132 preparos apenas com desgaste vestibular e 47 preparos com desgaste vestibular, redução incisal de 1.5 mm e chanfro palatino). Após dois anos de acompanhamento os dentes restaurados com facetas cerâmicas apresentaram 100% de sobrevida, valor superior ao encontrado para os dentes restaurados com resina composta direta (91% de taxa de sobrevida) e indireta (94% de taxa de sobrevida). Os autores observaram 11 falhas consideradas “absolutas” (6 fraturas/lascamento da faceta, 2 fraturas do dente e 3 alteração de cor), sendo 4 em facetas de resina composta direta e 7 em facetas de resina composta indireta. Enquanto foram observadas 20 falhas “relativas” (10 fraturas/lascamento da faceta, 3 alterações de cor, 1 deslocamento da restauração, 2 descoloração marginal, 2 lesões de cárie e 2 por sensibilidade pós-operatória), sendo 14 em facetas de resina composta

direta, 3 em facetas de resina composta indireta e 3 em facetas de cerâmica. Baseado nos resultados os autores concluíram que o recobrimento incisal não aumentou a taxa de sucesso das restaurações e que facetas apresentam maior risco de falha quando confeccionadas em dentes não vitais.

Magne et al. (1999) em um estudo por meio de *strain gauge* e elementos finitos, avaliaram o comportamento de incisivos centrais superiores submetidos a remoção de diferentes quantidades de esmalte vestibular e lingual. Os autores observaram, através de ambos os testes, que a remoção do esmalte tanto na face vestibular como lingual aumenta a deformação do conjunto e conseqüentemente a concentração de forças de tração sobre a estrutura dental remanescente, sendo assim indicada a restauração dessas regiões com materiais que possuam propriedades semelhantes e compatíveis ao remanescente dental. Também observaram que quando aplicada uma carga na região lingual do dente, a região vestibular apresenta uma concentração de forças menos nociva à ocorrência de fraturas enquanto que a região palatina apresenta maior risco de falha devido a presença de forças de tração.

Magne et al. (1999), em outro estudo, utilizando o método de análise por elementos finitos, avaliaram potenciais fatores de risco para a ocorrência de fraturas em dentes restaurados com facetas cerâmicas. Os parâmetros avaliados foram a contração de polimerização, a espessura e a temperatura dos compósitos usados na cimentação e a espessura dos materiais restauradores. Os autores observaram que a contração de polimerização dos cimentos resinosos é capaz de gerar compressão tanto na interface quanto na superfície das restaurações, sendo que quanto maior a espessura do cimento maiores a compressão sobre essas regiões. Menores valores de compressão foram observados quando o cimento se encontra sob maiores temperaturas (50° C), enquanto maiores valores de compressão foram observados quando o mesmo se encontra a baixas temperaturas (5° C). Os autores também

observaram que somente as facetas com uma espessura de cimento de 100 μm apresentaram padrão de comportamento semelhante ao dente natural.

Ainda seguindo a linha de análises pelo método de elementos finitos, Magne e Douglas (1999), publicaram um estudo avaliando o comportamento de incisivos centrais superiores restaurados com facetas cerâmicas, variando a condição do remanescente dental (sem fratura prévia, com fratura moderada incluindo 2 mm da altura incisal e fratura severa envolvendo 4 mm de altura incisal) e a linha de terminação da restauração cerâmica (sem recobrimento incisal, com redução incisal e sem chanfro palatino, com redução incisal e chanfro palatino curto e com redução incisal e chanfro palatino longo). Após a aplicação de uma carga de 50 N na borda incisal do dente e perpendicularmente ao mesmo foram avaliados valores de tração e cisalhamento nos diferentes modelos. O estudo mostrou que no ponto onde foi aplicada a carga de 50 N todos os modelos apresentaram valores semelhantes de compressão. No que diz respeito as tensões de tração a região menos afetada em todos os modelos foi a região do cíngulo, enquanto as regiões da fossa palatina e do terço cervical da raiz foram as que apresentaram maiores concentrações de tensão de tração. Para os dentes sem fratura e com fratura moderada, foi observado que quanto mais longo o chanfro por palatino maior a concentração de tensão de tração na interface restauração/dente, entretanto quase nenhuma diferença foi verificada com relação a concentração de tração no remanescente dental. Já para os dentes com fratura severa, não houve diferença significativa nos valores de tração encontrados tanto na interface quanto no corpo da restauração, independente da presença ou não de chanfro palatino. Assim, os autores concluíram que: (1) em dentes íntegros submetidos a diferentes desenhos de preparo e restaurados com facetas cerâmicas, a diferença nos valores de tensão se dá na região da interface dente/restauração; (2) chanfros longos por palatino não são

recomendados, tanto para dentes íntegros como para dentes com fraturas moderadas, pois geram áreas com finas espessuras de cerâmica em regiões de altos valores de tensão por tração; (3) em dentes com fraturas severas a região palatina da restauração é pouco afetada, independente do tipo de desenho de preparo utilizado.

Em outro estudo desenvolvido por Magne et al. (2000), os autores avaliaram a influência da espessura da restauração cerâmica, espessura do cimento resinoso e razão espessura da restauração/cimento resinoso em cinco diferentes regiões da restauração e sua relação com possíveis fraturas/lascamentos da restauração. Os autores observaram diferença significativa, entre os espécimes, com relação a espessura de cimento na região vestibular da restauração e conseqüentemente diferentes razões espessura restauração/espessura cimento resinoso nessa região. Em conseqüente, os autores observaram que quanto maior a espessura de cimento na região vestibular maiores as chances de existir presença de trincas ou fraturas na restauração. Assim, entre as conclusões do trabalho, os autores afirmaram que a aplicação do espaçador durante as atividades laboratoriais deve ser cuidadosamente realizada, evitando gerar grande quantidade de cimento e assim reduzida razão espessura restauração/espessura cimento resinoso.

Castelnuovo et al. (2000), avaliaram a resistência à fratura de incisivos centrais superiores restaurados com facetas cerâmicas variando o desenho do preparo. Os autores selecionaram 50 incisivos centrais humanos, os quais foram divididos em cinco grupos.

- a) Gr1: preparo com redução vestibular;
- b) Gr2: preparo com redução vestibular e redução incisal de 2 mm;
- c) Gr3: preparo com redução vestibular, redução incisal de 1 mm e chanfro palatino;

d) Gr4: preparo com redução vestibular, redução incisal de 4 mm e chanfro palatino;

e) Gr5: dente íntegro (controle).

Os espécimes foram embutidos com resina epóxica até 2 mm da junção cimento/esmalte, levados a uma máquina de ensaio universal onde uma carga constante foi aplicada perpendicularmente ao dente em um ponto situado 2.5 mm abaixo da borda incisal da restauração. Grupos 1 e 2 apresentaram valores de resistência à fratura similares ao grupo controle, enquanto os demais grupos apresentaram valores estatisticamente inferiores aos demais. A análise do modo de falha mostrou que os grupos 1 e 2 não apresentaram fraturas da restauração cerâmica após o teste, enquanto o grupo 3 apresentou 7 fraturas da faceta e o grupo 4 apresentou 4 fraturas da restauração cerâmica. Todos os grupos, com exceção do grupo controle, apresentaram semelhante quantidade de fraturas da porção coronária do remanescente dental.

Smales e Etemadi (2004) realizaram um estudo retrospectivo onde avaliaram a taxa de sobrevivência de dentes restaurados com facetas cerâmicas usando dois desenhos de preparo (com e sem recobrimento incisal). No estudo foram reavaliados 50 pacientes e um total de 110 restaurações cerâmicas, das quais 83 presentes na maxila, 47 presentes na mandíbula, 64 sem recobrimento incisal e 46 com recobrimento incisal. Os dentes com recobrimento incisal apresentaram uma taxa de sobrevivência das restaurações de 95% e os dentes sem recobrimento incisal apresentaram uma taxa de sobrevivência de 85%, no entanto essa diferença não foi estatisticamente significativa. Os dentes sem recobrimento incisal apresentaram 8 falhas, sendo 6 fraturas da restauração, 1 decimentação e 1 incompatibilidade de cor. Os dentes com recobrimento apresentaram apenas uma falha, que foi a decimentação da restauração cerâmica.

Ainda seguindo a linha de diferentes desenhos de preparo, Zarone et al. (2005) avaliaram a influência de dois desenhos de preparo (redução vestibular e redução vestibular com chanfro palatino) e de duas angulações de carregamento (60° e 125°) sobre a distribuição de tensão, pelo método de elementos finitos, em incisivos centrais restaurados com facetas cerâmicas. Nos modelos em questão foi aplicada uma força de 10 N, todas as interfaces foram consideradas perfeitamente unidas e os elementos foram considerados fixos ao nível da raiz. Quando comparados os modelos com carregamento em 60° em relação ao longo eixo do dente, o modelo com redução vestibular apresentou pior comportamento mecânico em comparação ao modelo com chanfro palatino. O preparo mais conservador gerou maior tensão de tração na restauração cerâmica, cimento e remanescente dental, em comparação ao preparo menos conservador. Quando a aplicação da carga foi alterada para uma inclinação de 125° em relação ao longo eixo do dente, o preparo mais conservador voltou a apresentar maior concentração de tensão de tração tanto na restauração cerâmica como no cimento, no entanto, o preparo com chanfro palatino gerou maior concentração de tensão de tração no remanescente dental. Com base nos resultados, os autores concluíram que o preparo com redução incisal e recobrimento palatino gera uma melhor distribuição de carga às estruturas remanescentes e restauradoras do que o preparo apenas com redução vestibular.

Em outro estudo Stappert et al. (2005) utilizaram 64 incisivos centrais superiores, os quais foram divididos em quatro grupos de acordo com o tipo de desenho do preparo.

- a) Gr1: controle (sem preparo);
- b) Gr2: preparo vestibular sem redução incisal;
- c) Gr3: preparo vestibular com redução incisal de 2 mm e sem chanfro palatino;

d) Gr4: preparo vestibular com redução incisal de 3 mm e chanfro palatino de 2 mm.

Após o preparo todos os espécimes foram restaurados com facetas cerâmicas (Empress 1) e submetidos a 1.200.000 ciclos em uma máquina de ciclagem termo-mecânica. Após o fim dos ciclos todos espécimes foram observados em estereomicroscópio para detecção de fraturas. Os espécimes que não apresentaram indícios de falha foram submetidos ao teste estático de carga para fratura em máquina de ensaio universal. Os autores observaram que o grupo sem preparo apresentou maior quantidade de falhas durante a ciclagem termo-mecânica, no entanto, sem diferença estatística para os demais grupos. Também não foi observada diferença estatística para os valores de carga para fratura entre os grupos do estudo. Assim, os autores concluíram que incisivos centrais superiores, preparados com os três diferentes desenhos de preparo e restaurados com facetas cerâmicas (Empress 1) são capazes de devolver ao dente restaurado resistência semelhante ao dente natural.

Em um estudo prospectivo de 16 anos de acompanhamento, Layton e Walton (2007) avaliaram o comportamento clínicos de 304 dentes restaurados com facetas cerâmicas em 100 pacientes. Os autores citam que todas restaurações foram feitas pelo mesmo profissional, em um período compreendido entre 1988 e 2003, e envolveram incisivos centrais, laterais, caninos e pré-molares, tanto superiores como inferiores. As avaliações foram realizadas nos anos de 1993, 1998 e 2003, e seguiram os desfechos preconizados por Walton (1997): sucesso, sobrevida, desfecho desconhecido, morte, reparo e falha. Como resultado os autores observaram que 16 facetas, cimentadas em 14 pacientes, falharam após 16 anos de acompanhamento clínico. As principais falhas foram mecânicas (fraturas ou lascamentos) e problemas estéticos (descoloração) com 31% dos casos cada. Os autores também observaram que quanto maior o tempo clínico em boca das restaurações

maior a chance delas falharem: 92% de sucesso quando em boca por um período de 0-6 anos; 75% de sucesso quando em boca por um período de 5-11 anos; 42% de sucesso quando em boca por um período entre 10-16 anos. Quando foram avaliados os diferentes dentes submetidos ao tratamento restaurador, não foram observadas diferenças entre os grupos.

Em um estudo realizado em 2008, D'arcangelo et al. (2008), avaliaram a resistência à fratura e a deflexão de dentes despolpados restaurados com pinos de fibra e facetas cerâmicas. Para o estudo os autores utilizaram 75 incisivos centrais superiores os quais foram divididos em cinco grupos de quinze (n=15).

- a) Gr0: Grupo controle (sem preparo);
- b) Gr1: espécimes submetidos a preparo com redução vestibular e restauração com faceta cerâmica;
- c) Gr2: espécimes submetidos a tratamento endodôntico e restauração do acesso com resina composta;
- d) Gr3: espécimes submetidos a tratamento endodôntico, restauração do acesso com resina composta, preparo para faceta cerâmica com redução vestibular e restauração com faceta cerâmica;
- e) Gr4: espécimes submetidos a tratamento endodôntico, cimentação de pinos de fibra preparo para faceta cerâmica com redução vestibular e restauração com faceta cerâmica.

Após a adequação dos grupos os mesmo foram submetidos a 10.000 ciclos térmicos, teste de carga para fratura e análise

de falha. Os resultados mostraram que a cimentação do pino de fibra aumentou significativamente a resistência à fratura dos espécimes, atingindo valores semelhantes ao grupo controle. O grupo submetido ao tratamento endodôntico e a restauração com faceta cerâmica apresentou os menores valores de resistência à fratura, enquanto os grupos submetidos apenas à restauração com faceta cerâmica e ao tratamento endodôntico apresentaram valores intermediários. Da mesma forma que observado no teste de resistência à fratura, o grupo submetido ao tratamento endodôntico e preparo para faceta apresentou os maiores valores de deflexão enquanto o grupo submetido a cimentação de pino de fibra e restauração com faceta cerâmica apresentou valores semelhantes ao grupo controle. Assim, os autores concluíram que a cimentação de pinos de fibra deve ser indicada quando optarmos pela confecção de facetas cerâmicas em incisivos centrais superiores submetidos ao tratamento endodôntico.

Em um estudo clínico prospectivo de 5 anos, Guess e Stappert (2008) avaliaram o comportamento de 66 facetas cerâmicas (IPS Empress) confeccionados em 25 pacientes. Entre os 66 dentes 42 receberam preparos denominados *overlapping* (redução vestibular, incisal e pequeno chanfro palatino) e 24 receberam preparo denominando *full veneer* (desgaste vestibular, incisal, e extenso chanfro palatino até a região do cíngulo). Os preparos foram escolhidos de acordo com o grau de descoloração dos dentes e tamanho de restauração prévia existente. As consultas de acompanhamento foram feitas por dois avaliadores independentes e as restaurações avaliadas de acordo com os critérios da USPHS (United States Public Health Service) em intervalos correspondentes a 6, 12, 25, 39, 45 e 62 meses após inserção das restaurações. Após as consultas de acompanhamento 4 pacientes (8 restaurações) haviam desistido do estudo o que corresponde a uma porcentagem de perda de 16% dos pacientes e 12% das restaurações. A taxa de sobrevivência das restaurações foi de 97.5% (uma restauração

fraturou irreversivelmente) para restaurações do tipo *overlap* e 100% de sobrevida para as restaurações do tipo *full veneer*. Com base na probabilidade de sucesso das restaurações, os dentes submetidos ao preparo do tipo *overlap* apresentaram 72% de sucesso e os dentes submetidos ao preparo do tipo *full veneer* apresentaram 85% de sucesso após análise estatística pelo teste de Kaplan-Meier. Os principais problemas encontrados em ambos os tipos de preparo foram desadaptação marginal, descoloração marginal e fraturas da restauração. Assim, com base nos resultados, os autores concluíram que ambos os preparos são boas alternativas para o reestabelecimento da estética e função e que a existência de trincas, fraturas coesivas e problemas de adaptação podem ser fatores limitadores do uso dessa técnica.

Seguindo a linha dos estudos clínicos, Aykor e Ozel (2009) realizaram o acompanhamento de cinco anos de 300 facetas cerâmicas (IPS Empress 2). No presente estudo foram selecionados 30 pacientes, os quais receberam 10 facetas cerâmicas cada na maxila. Cento e cinquenta facetas (15 pacientes) foram cimentadas com resina composta associada a um sistema adesivo de condicionamento ácido total (Scotch Bond Multi Purpose, 3M ESPE) enquanto as outras 150 facetas (15 pacientes) foram cimentadas com resina composta associada a um sistema adesivo auto-condicionante (AdheSE, Ivoclar Vivadent). Todos os preparos eram do tipo conservador (apenas redução vestibular de aproximadamente 0.75 mm). Um avaliador externo realizou as reexaminações em intervalos de um ano, dois anos e cinco anos após a cimentação das facetas e as mesmas foram avaliadas através dos critérios da USPHS (United States Public Health Service). A análise estatística não mostrou diferença entre os grupos para nenhum dos indicadores da USPHS avaliados. Entre os problemas encontrados os principais foram descoloração marginal, insatisfação do paciente com a condição estética e estado de saúde dos tecidos periodontais. Com base nos resultados, os autores concluíram que facetas cerâmicas

apresentaram performance clínica satisfatória após cinco anos em boca, independente da estratégia de cimentação utilizada.

Em um outro estudo clínico, Burke e Lucarotti (2009) avaliaram retrospectivamente os principais fatores associados a reparos ou troca de facetas cerâmicas em pacientes atendidos pelo sistema público de saúde do Reino Unido e País de Gales entre 1991 e 2001. A restauração foi considerada como sucesso quando nenhuma reintervenção precisou ser feita no dente com a restauração. Os resultados mostraram que 53% das restaurações permaneciam em boca sem a realização de nenhum tipo de reintervenção após 10 anos de vida clínica. Como fatores de risco relacionados a necessidade de reintervenção os autores destacam o sexo do paciente, com os homens apresentando necessidade de reintervenção no dente restaurado do que as mulheres. Autores também observaram que pacientes que pagam maiores taxas para tratamento Odontológico, pacientes que frequentam mais rotineiramente o dentista, pacientes que mudam de dentistas mais frequentemente e pacientes isentos do pagamento de taxas para tratamento Odontológico apresentaram maiores chances de reintervenção sobre os dentes que possuíam facetas cerâmicas. Além dos fatores relacionados diretamente aos pacientes, os autores também observaram que pacientes que viviam em regiões com água fluoretada apresentaram menor necessidade de reintervenção sobre os dentes restaurados com facetas em comparação com pacientes que viviam em zonas sem água fluoretada. Quando da necessidade de reintervenção foi verificado que os novos procedimentos consistiam em: recimentação da faceta em 10% dos casos; confecção de nova faceta cerâmica em 40% dos casos; troca da faceta por uma coroa total em 20% dos casos; troca da faceta por uma restauração direta de resina composta também em 20% dos casos e em poucos casos extração do elemento dental e/ou troca por outro tipo de prótese dentária. Assim, com base nos fatores de risco apresentados e nas taxas de sucesso observadas, os autores concluíram que as

restaurações de faceta cerâmica confeccionadas no serviço público de saúde do Reino Unido e País de Gales apresentaram taxas de sobrevivência inferior ao esperado após 10 anos de serviço clínico.

Çotert et al. (2009) realizaram acompanhamento clínico de 40 pacientes, os quais foram tratados com 200 restaurações cerâmicas, confeccionadas entre junho de 1999 e junho de 2005. Para receber as restaurações foram selecionados pacientes com indicações como diastemas, presença de restaurações defeituosas, mal posicionamentos dentárias e descoloração do remanescente. Como critérios de inclusão o paciente precisava apresentar boa saúde oral, ausência de doença periodontal ou endodôntica, bem como ausência de hábitos parafuncionais. Todos os preparos foram executados pelo mesmo operador variando de acordo com cada caso (redução vestibular e incisal sem chanfro palatino; redução vestibular, e incisal com chanfro palatino). As facetas foram confeccionadas com o sistema IPS Empress (Ivoclar Vivadent) e cimentadas adesivamente. Todas as restaurações foram avaliadas por dois avaliadores independentes a cada seis meses, com uma média de acompanhamento de 67.25 meses com período mínimo de 12 e máximo de 72 meses. As restaurações foram avaliadas quanto a sobrevivência e foram observados fatores relacionados a falha dessas restaurações, como: localização do dentes, preparo com ou sem exposição de dentina, preparo com ou sem chanfro palatino, desenho da margem gengival em chanfro ou ombro, localização da margem vestibular supra ou sub-gengival e finalmente margem em esmalte, dentina ou mista. Das 200 restaurações observadas apenas 12 falharam, sendo 11 decimentações e 1 fratura coronária no terço cervical, apresentando assim uma taxa de sobrevivência de 93.5 % após uma média de 67.25 meses de acompanhamento. Entre os fatores de risco observou-se que facetas maxilares possuem maior chance de sobrevivência do que facetas localizadas na mandibular; facetas com recobimento incisal e chanfro palatino possuem maior chance de sobrevivência do que facetas sem

chanfro palatino; margens proximais no formato de chanfro geram maior taxa de sobrevivência para as restaurações em comparação com margens no formato de ombro; localização da margem do preparo supra-gengivalmente aumenta a chance de sobrevivência da restauração em comparação com margens sub-gengivais; margem do preparo em esmalte aumenta a chance de sobrevivência da restauração em comparação com margens em dentina ou mistas.

Em uma *short communication* Chayabutr et al. (2009), avaliaram o efeito de dois desenhos de preparo (redução incisal de 4 mm sem chanfro palatino e redução incisal de 4 mm com chanfro palatino de 1 mm) na resistência à fadiga de incisivos centrais superiores restaurados com facetas cerâmicas (IPS Empress, Ivoclar Vivadent). Quatorze dentes foram restaurados com os dois tipos de facetas descritos anteriormente (n=7), embutidos em matrizes com resina acrílica e posicionados a 45° em uma máquina de fadiga mecânica com um pistão exercendo cargas de 40 N a uma frequência de 72 ciclos por minuto em um ponto localizado a 3 mm da borda incisal do espécime. Na região palatina dos dentes foi posicionado um *strain gauge* com a função de detectar falhas preliminares da restauração bem como o momento exato de uma possível falha catastrófica. Os autores observaram que dentes restaurados com faceta com chanfro palatino resistiram a maior número de ciclos do que os espécimes restaurados sem a presença de chanfro palatino. Como falhas preliminares não houve fratura ou lascamento da restauração, com ambos os grupos apresentando presença de trincas na região cervical de três espécimes. Por outro lado os modos de falhas catastróficas apresentaram diferenças consideráveis, com o grupo sem recobrimento palatino apresentando 5 falhas adesivas da restauração, uma falha coesiva do cimento e uma falha coesiva da restauração. Por outro lado, o grupo com chanfro palatino apresentou apenas duas falhas coesivas do cimento e 5 falhas coesivas da restauração. Assim, com base nos resultados, os autores concluíram que a execução de chanfro palatino em dentes

restaurados com facetas cerâmicas com grande remoção de altura incisal, aumenta a resistência à fadiga dos espécimes.

Chander e Padmanabhan (2009), avaliaram pelo método de elementos finitos a tensão gerada em incisivos centrais superiores restaurados com facetas cerâmicas variando a extensão da faceta (apenas redução vestibular; remoção vestibular e remoção de 0.5 mm da região mesial; remoção vestibular e remoção de 1.5 mm da região mesial; remoção vestibular e remoção de 2.5 mm na região mesial; remoção vestibular e remoção de 0.5 mm na região mesial e distal; remoção vestibular e remoção de 1.5 mm na região mesial e distal; remoção vestibular e remoção de 2.5 mm na região mesial e distal), diferentes angulações de carga (paralela ao longo eixo do dente, 30° de inclinação em relação ao longo eixo do dente e 60° de inclinação em relação ao longo eixo do dente) e diferentes valores de carga (50 N, 150 N e 250 N). Para a análise pelo método de elementos finitos foram reconstruídos modelos tridimensionais utilizando elementos tetraedros com 10 nós, todas as superfícies foram consideradas perfeitamente unidas, o movimento foi restringido na região da raiz a uma distância de 2 mm da junção cimento esmalte e os valores de estresse máximo principal foram utilizados como parâmetro de análise. Como resultados os autores observaram que quanto mais paralelo o carregamento ao longo eixo, quanto menores os desgastes realizados para o preparo das restaurações e quanto menor a carga aplicada sobre o dente menores os valores de estresse máximo principal observados no modelo. Assim, os autores concluíram que fatores como excessivo desgaste do remanescente dental durante o preparo para faceta, eixo de aplicação de força mastigatória sobre o remanescente e valores de carga aplicados sobre o remanescente aumentam o potencial de fratura de dentes restaurados com facetas cerâmicas.

Em outro trabalho Chun et al. (2010) compararam os valores de resistência à fratura de incisivos centrais superiores hígidos e

restaurados com facetas cerâmicas ou coroas totais. Para isso setenta incisivos centrais foram selecionados e divididos em sete grupos (n=10) de acordo com a opção restauradora.

- a) Gr1: dente íntegro (controle);
- b) Gr2: faceta cerâmica com redução vestibular, incisal e chanfro palatino, porém sem remoção dos contatos interproximais;
- c) Gr3: faceta cerâmica semelhante a do grupo 2 porém estendida (remoção dos contatos interproximais) e com término em esmalte;
- d) Gr4: faceta cerâmica com preparo semelhante ao grupo 2 porém com término em dentina;
- e) Gr5: preparo para coroa total com término em esmalte;
- f) Gr6: preparo para coroa total com término em dentina;
- g) Gr7: faceta semelhante ao grupo 2 porém com maior redução incisal.

Após adequação da amostra os dentes foram moldados, as restaurações cerâmicas confeccionadas a partir do sistema IPS Empress (Ivoclar Vivadent) e cimentadas adesivamente com o sistema Variolink II (Ivoclar Vivadent). Após a cimentação das restaurações os espécimes foram embutidos em resina acrílica, posicionados a 40° em relação ao seu longo eixo em uma máquina de ensaio universal e submetidos ao teste de resistência à fratura a partir da aplicação de uma força na superfície incisal do dente. Os resultados mostraram que os grupos 7, 2, 3 e 5 apresentaram valores de resistência à fratura semelhantes ao grupo controle enquanto os grupos 4 e 6 apresentaram resultado estatístico inferior ao grupo controle. O modo de falha mostrou

que o grupo controle apresentou 100% de falhas na região cervical do dente, o que foi semelhante ao grupo 6 e 7. Por outro lado, os demais grupos apresentaram predomínio de fraturas coesivas da porção coronária do remanescente. Com base nos resultados os autores concluíram que preparos com término em dentina, tanto para faceta como para coroa total, enfraquecem o remanescente e que preparos mais conservadores (facetadas) devem ser encorajados por apresentarem resultados de fratura semelhantes e até superiores aos preparos mais invasivos (coroas totais).

Em outro estudo avaliando a resistência à fratura de incisivos centrais restaurados com diferentes opções restauradoras, D'arcangelo et al. (2010) dividiram 120 espécimes em 8 grupos (n=15), variando a presença de tratamento endodôntico, presença da cimentação de pino de fibra e material restaurador (faceta cerâmica ou faceta de resina composta direta).

- a) Gr1: dente íntegro (controle);
- b) Gr2: espécimes com preparo para faceta cerâmica;
- c) Gr3: espécimes restaurados com facetadas de resina composta direta;
- d) Gr4: espécimes com tratamento endodôntico e facetadas de resina composta direta;
- e) Gr5: espécimes com tratamento endodôntico, pino de fibra e faceta de resina composta direta;
- f) Gr6: espécimes restaurados com faceta cerâmica;
- g) Gr7: espécimes com tratamento endodôntico e faceta cerâmica;
- h) Gr8: espécimes com tratamento endodôntico, pino de fibra e faceta cerâmica.

Após a randomização dos espécimes todos foram preparados pelo mesmo operador, moldados e restaurados. As facetas cerâmicas foram confeccionadas com a cerâmica feldspática *Vita Omega 900* (Vita Zahnfabrick, Germany) e as facetas de resina composta indireta com o compósito micro-híbrido *Enamel Plus Hri UD3* (Micerium, Italy). Após a confecção das restaurações os espécimes foram posicionados em máquina de ensaio universal e submetidos ao teste de resistência à fratura. Os autores observaram maiores valores de resistência à fratura para os grupos restaurados com facetas de resina composta direta (Gr3) e facetas cerâmicas (Gr5) em relação aos demais grupos. Quando o tratamento endodôntico estava presente, a inserção de pinos de fibra aumentou significativamente os valores de resistência à fratura (Gr8 = Gr5 > Gr7 = Gr4). Com base nos resultados obtidos os autores concluíram que o tratamento endodôntico diminuiu a resistência à fratura de dentes restaurados com facetas tanto de resina composta como de cerâmica. Por outro lado os autores afirmam que quando da presença de tratamento endodôntico a cimentação de pino de fibra deve ser indicada anteriormente à execução da técnica restauradora.

Em outro estudo clínico de acompanhamento de dentes restaurados com facetas cerâmicas, Granel-Ruiz et al. (2010) acompanharam por um período entre 3 a 11 anos 70 pacientes, os quais receberam 323 restaurações cerâmicas. Das 323 restaurações confeccionadas 124 possuíam um desenho conservador (apenas redução vestibular) enquanto 199 apresentavam um desenho chamado “funcional” pelos autores (desgaste vestibular, incisal e chanfro palatino). Entre as restaurações a maioria se localizava na maxila e entre os dentes os que mais receberam restaurações foram os incisivos centrais, seguidos pelos laterais, caninos e pré-molares. Todas as restaurações foram feitas com cerâmicas do sistema IPS Empress (Ivoclar Vivadent) e cimentadas adesivamente. As reavaliações foram realizadas no ano de 2006, por um único avaliador e os parâmetros analisados foram: índice de placa,

sangramento gengival, recessão, cárie secundária, hipersensibilidade, vitalidade pulpar, pigmentação marginal, alteração de cor, desajuste marginal, falha mecânica (fratura, lascamento e decimentação) e grau de satisfação do paciente. O critério usado para determinar falha da restauração foi fratura da restauração ou decimentação. Os resultados mostraram que apenas 4,6% dos pacientes apresentaram presença significativa de placa visível e apenas 5,6% dos pacientes apresentaram sangramento gengival significativo. Relacionado a retração 6,8% apresentaram retração de 1 mm e apenas 0,9% dos pacientes apresentaram retração igual ou superior a 2 mm. Apenas 7 pacientes (3,1%) apresentaram cáries secundárias e a mesma porcentagem de pacientes relatou desconforto por hipersensibilidade. O que deve ser verificado com atenção são os 127 dentes (39,3% do total de dentes restaurados) que apresentaram descoloração marginal. Por outro lado, apenas 2 dentes (0,6%) apresentaram descoloração da restauração. No que diz respeito as falhas mecânicas não foram detectados lascamentos das restaurações, no entanto foram observadas 13 (4%) fraturas das restaurações (11 entre as cerâmicas com desenho “funcional” e 2 entre as facetas com desenhos conservador) e 29 decimentações (9% do total das restaurações), sendo 14 facetas com desenho “funcional” e 15 com desenhos conservador. Assim, com base no teste de Kaplan-Meier e isolando a questão da fratura, as restaurações com desenho “funcional” apresentaram 84,7% de taxa de sobrevivência e as restaurações com desenho conservador apresentaram 94% de taxa de sobrevivência. Isolando a questão decimentação, as restaurações com desenho conservador apresentaram 80% de taxa de sobrevivência e as facetas com desenho “funcional” 84,5% de taxa de sobrevivência. Assim, os autores concluem de modo geral que ambos os desenhos de preparo apresentaram boas taxas de sobrevivência, podendo ser indicados para confecção de facetas cerâmicas, independente do dente e sua localização.

Em outro estudo clínico D'arcangelo et al. (2012) avaliaram o comportamento clínico de 119 facetas, confeccionadas em 30 pacientes, durante 7 anos de uso clínico. Os preparos foram os preconizados por Magne e Belser (2004) e consistiram em redução vestibular e incisal, sem a presença de chanfro palatino. A extensão proximal das restaurações variou de acordo com o grau de descoloração do dente ou devido a presença de restaurações prévias. Após o preparo os espécimes foram moldados com poliéter (Impregun, 3M, ESPE) e as facetas confeccionadas com cerâmica feldspática Omega 900 (Vita Zahnfabrik). Todas restaurações foram cimentadas adesivamente com o uso de resina composta pré-aquecida. As rechamadas para avaliação foram anuais, os avaliadores não estavam envolvidos no trabalho e os critérios de avaliação utilizados foram os índices USPHS. Após sete anos de acompanhamento restaram 96 facetas para avaliação, as quais apresentaram uma taxa de sobrevivência de 97.5%. No entanto, foram observadas falhas consideradas relativas, como descoloração marginal e desadaptação marginal (2.5% e 4.2% respectivamente), pequenos lascamentos (6.7% das restaurações) e pequenas fraturas em (5.9% das restaurações). Com base nessas falhas relativas, a taxa de sucesso dos dentes restaurados com facetas cerâmicas após teste de Kaplan-Meier foi de 84.3%. Mesmo assim os autores concluíram que a utilização de preparo de facetas com margem supra-gengival e a adoção de protocolos controlados de cimentação das mesmas gerou uma elevada taxa de sucesso.

Beier et al. (2012) publicaram os resultados de um estudo clínico retrospectivo onde foram avaliadas a taxa de sobrevivência e fatores de risco de dentes anteriores restaurados com facetas cerâmicas, com até 20 anos de uso clínico. As taxas de sobrevivência para os dentes restaurados após 5, 8, 10, 15 e 20 anos foi respectivamente 94.4%, 94.1%, 93%, 85.4% e 82.3%. Vinte e quatro dentes restaurados com facetas cerâmicas apresentaram falhas absolutas (82.76%) enquanto cinco dentes

apresentaram falhas relativas (17.24%). As principais falhas foram fratura irreversível da restauração (44.83%), fratura parcial da restauração (27.59%), lascamento e decimentação (10.34%). Presença de hábito parafuncional (bruxismo) e dente sem vitalidade foram fatores de risco significantes estatisticamente no desfecho da restauração.

Em um estudo *in vitro* Alghazzawi et al. (2012) avaliaram a influência de dois desenhos de preparo (recobrimento incisal com chanfro palatino e preparo estendido) e de três materiais (cerâmica feldspática, cerâmica a base de di-silicato de lítio e zirconia com cobertura de feldspática) na resistência à fratura de incisivos laterais restaurados com facetas cerâmicas. Os autores não encontraram influência do desenho do preparo nos valores de resistência à fratura ($p=0.72$) mas encontraram influência do material nos valores de carga para fratura ($p=0.007$). Os modos de falha variaram de acordo com o tipo de material e o desenho do preparo, no entanto houve predomínio da fratura do substrato dentário, seguido pela decimentação e lascamento da restauração.

Lin et al. (2012), em um estudo muito recente, avaliaram a resistência à fratura e a desadaptação marginal de dentes restaurados com dois desenhos de preparo (*traditional veneer* e *full veneer*) e dois materiais restauradores (facetadas a base de cerâmica feldspática confeccionadas tradicionalmente e facetadas a base de leucita confeccionadas pela tecnologia CAD/CAM). Após os testes os autores encontraram maior discrepância horizontal de adaptação para as facetadas confeccionadas com sistema CAD/CAM, independente do modelo do preparo. Apesar de os autores não terem observado diferenças entre os grupos em relação aos valores de carga para fratura, o grupo submetido ao preparo para *full veneer* e restaurado com facetadas de cerâmica feldspática, apresentaram notadamente menores valores.

Gresnigt et al. (2013) em um estudo clínico randomizado compararam a taxa de sobrevivência e a taxa de sucesso de dentes

restaurados com facetas cerâmicas e facetas de resina composta direta. Para o estudo dez pacientes receberam 46 restaurações, sendo 23 de cerâmica e 23 de resina composta. As avaliações foram realizados em intervalos de seis meses durante um período de 3 anos de acompanhamento. Após os primeiros três anos os autores encontraram taxa de sobrevivência de 87% (3 falhas) para os dentes restaurados com facetas de resina composta direta e 100% para os dentes restaurados com facetas cerâmicas, no entanto essa diferença não foi estatisticamente significativa. Entre os tipos de falha foram observadas somente a fratura da restauração (n=2) e a decimentação da restauração (n=1).

3 PROPOSIÇÃO

Este estudo se propõe a avaliar a taxa de sobrevida, carga para fratura e o comportamento mecânico, através da análise por elementos finitos, de incisivos centrais e caninos superiores restaurados com facetas cerâmicas variando o desenho do preparo.

As seguintes hipóteses nulas serão testadas.

- a) Os caninos restaurados com diferentes desenhos de preparo apresentarão mesmas taxas de sobrevida e valores de carga para fratura;
- b) Os incisivos centrais restaurados com diferentes desenhos de preparo apresentarão mesmas taxas de sobrevida e valores de carga para fratura;
- c) Os caninos apresentarão maiores valores de carga para fratura do que os incisivos centrais superiores, quando submetidos ao mesmo desenho de preparo.
- d) A distribuição de tensões de tração, verificada pela análise por elementos finitos, será similar nos modelos, independente do dente e do desenho do preparo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Seleção dentes

Inicialmente foi realizado o cálculo amostral do trabalho. O desvio padrão (150 N) e a diferença entre os grupos a ser detectada (200 N) foram obtidos a partir da literatura. O nível de significância desejado foi de 5 %, o poder do teste de 95 % e o teste de hipótese foi considerado monocaudal. Baseado nesses critérios o tamanho de cada grupo deveria ser correspondente a 12 espécimes.

Para este estudo foram selecionados sessenta (N=60) dentes humanos unirradiculares hígidos (trinta incisivos centrais superiores e trinta caninos superiores). Os dentes foram analisados por uma lupa com aumento de 4x e caso fosse observada a presença de alguma imperfeição estes eram trocados por outros que preenchessem o requisito. Após a escolha os dentes foram limpos, imersos em solução de clorexidina 2 % durante 24 h para desinfecção, conforme protocolo proposto pelo banco de dentes da Universidade de São Paulo, e permaneceram armazenados em água destilada (4°C) até a utilização no estudo.

4.2 Embutimento e simulação do ligamento periodontal

Inicialmente as dimensões vestibulo-lingual e méso-distal em três pontos da raiz (cervical, média e apical) foram aferidas com uso

de paquímetro digital (Starret, Itu, SP, Brasil). Após essa aferição os dentes foram fixados, com cera, a um delineador, mantendo os espécimes o mais paralelo possível ao plano vertical e perpendicular ao plano horizontal (Figura 1).



Figura 1 - Espécime fixado no delineador, mantendo paralelismo ao plano vertical.

Cera utilidade foi liquefeita até a temperatura de 70° C (Termoclean, Taiff, São Paulo, SP, Brasil) (Figura 2) e com o auxílio do delineador as raízes foram inseridas no interior desse equipamento até 3 mm da junção cimento/esmalte. Após a inserção dos espécimes no interior do dispositivo o diâmetro da raíz nos três pontos previamente aferidos foi novamente verificado, até que fosse alcançado uma espessura de cera correspondente a 0.3 mm em todas as direções (Soares et al. 2005).



Figura 2 - A) Dispositivo utilizado para aquecimento e derretimento da cera com controle de temperatura; B) cera liquefeita no interior do dispositivo a temperatura de 70° C.

Após essa etapa os espécimes, ainda unidos ao delineador, foram posicionados no interior de matrizes metálicas (20 mm x 15 mm) até 3 mm da junção cimento/esmalte e resina acrílica ativada quimicamente (JET, Petrópolis, Rio de Janeiro, RJ) foi manipulada e vertida no seu interior. Após a polimerização da resina os espécimes foram retirados do interior do cilindro e a cera de revestimento foi removida da superfície radicular e do interior do cilindro. A seguir o material para simulação do ligamento periodontal (Impregum Soft, 3M-Espe, Seefeld, Germany) foi manipulado, inserido no espaço criado no interior do cilindro de resina, os espécime foram reposicionados e os excessos de material removidos (Figura 3).

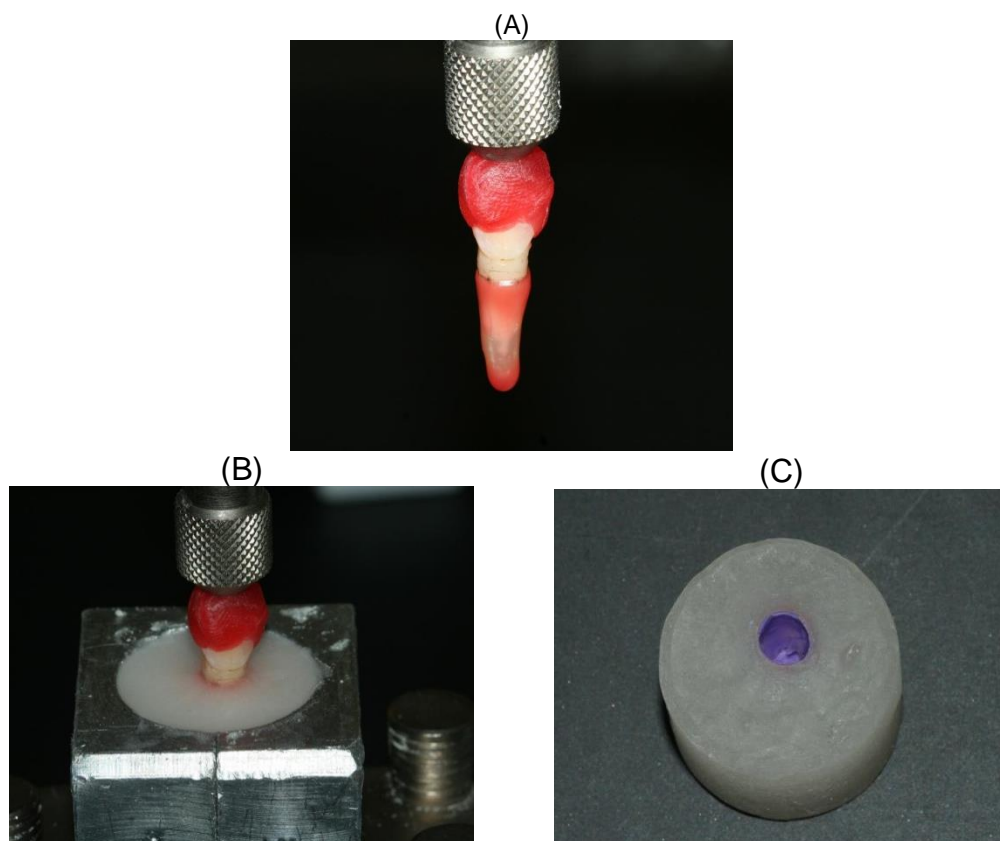
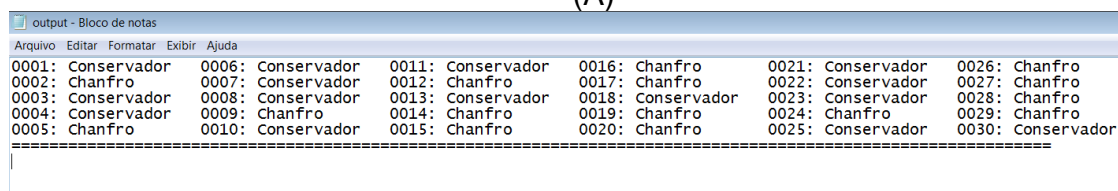


Figura 3 - A) Espécime com espessura de cera de 0.3 mm até 3 mm da junção cimento/esmalte; B) Espécime posicionado no interior da matriz metálica; C) ligamento periodontal obtido após remoção do espécime do cilindro, remoção da cera e reposicionamento do espécime.

4.3 Randomização dos espécimes

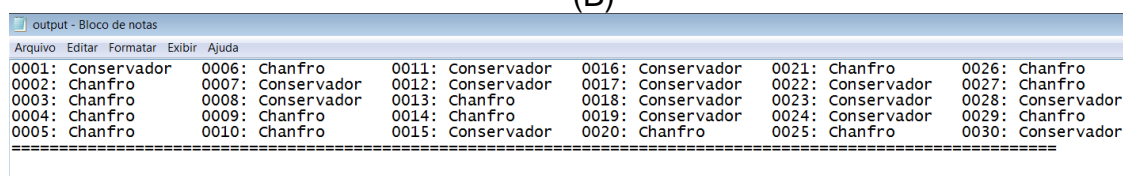
Após a adequação da amostra, os 60 espécimes foram distribuídos em quatro grupos experimentais (n=15), de acordo com o desenho do preparo a ser realizado e o tipo de dente (Quadro 2). Para a randomização os caninos e os incisivos centrais superiores foram numerados de 1 a 30 e duas sequencias aleatórias de 30 números foram geradas pelo programa de computador “Random Allocation” (desenvolvido por M. Saghaei, Dept de Anestesia, Universidade de Ciências Médicas de Isfahan, Isfahan, Iran), definindo a distribuição dos espécimes de acordo com o tipo de preparo a ser recebido (Figura 4).

(A)



output - Bloco de notas							
Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda							
0001: Conservador	0006: Conservador	0011: Conservador	0016: Chanfro	0021: Conservador	0026: Chanfro		
0002: Chanfro	0007: Conservador	0012: Chanfro	0017: Chanfro	0022: Conservador	0027: Chanfro		
0003: Conservador	0008: Conservador	0013: Conservador	0018: Conservador	0023: Conservador	0028: Chanfro		
0004: Conservador	0009: Chanfro	0014: Chanfro	0019: Chanfro	0024: Chanfro	0029: Chanfro		
0005: Chanfro	0010: Conservador	0015: Chanfro	0020: Chanfro	0025: Conservador	0030: Conservador		

(B)



output - Bloco de notas							
Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda							
0001: Conservador	0006: Chanfro	0011: Conservador	0016: Conservador	0021: Chanfro	0026: Chanfro		
0002: Chanfro	0007: Conservador	0012: Conservador	0017: Conservador	0022: Conservador	0027: Chanfro		
0003: Chanfro	0008: Conservador	0013: Chanfro	0018: Conservador	0023: Conservador	0028: Conservador		
0004: Chanfro	0009: Chanfro	0014: Chanfro	0019: Conservador	0024: Conservador	0029: Chanfro		
0005: Chanfro	0010: Chanfro	0015: Conservador	0020: Chanfro	0025: Chanfro	0030: Conservador		

Figura 4 - A) Sequência aleatória para alocação dos caninos nos seus respectivos grupos; B) Sequência aleatória para alocação dos incisivos centrais superiores nos seus respectivos grupos.

Dessa forma obtivemos grupos homogeneamente distribuídos diminuindo a possibilidade de viéses que pudessem influenciar os resultados.

Quadro 2 - Delineamento experimental do estudo

N	Dente	Tipo de Preparo	Grupo (n=15)
60	Incisivo Central Superior	Preparo Conservador	G1
		Preparo convencional com chanfro palatino	G2
	Canino Superior	Preparo conservador	G3
		Preparo convencional com chanfro palatino	G4

4.4 Preparo dos espécimes

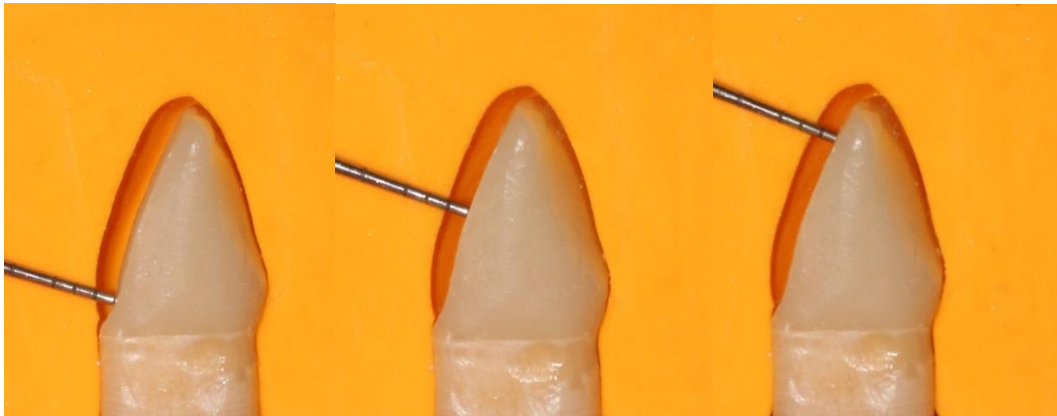
Todos os espécimes foram preparados por apenas um operador previamente treinado, seguindo as dimensões e formas preconizadas por Bottino et al (2009) (Quadro 3). Para o preparo foram utilizadas as brocas 4137 F e para o acabamento foi utilizada a broca 4138 FF (Kg Sorensen, Cotia, SP, Brasil). Cada broca foi utilizada apenas para a confecção de três preparos.

Quadro 3 - Características dos preparos realizados

Preparo conservador	Preparo convencional com chanfro palatino
Preparo se entendeu até junção cimento-esmalte;	Preparo se entendeu até junção cimento-esmalte;
Desgaste de 1.0 mm de profundidade na face vestibular;	Desgastes de 1.0 mm de profundidade na face vestibular;
Términos em esmalte.	Redução incisal de 2 mm,
-	Chanfro com 1.0 mm de altura e 1.0 mm de espessura
-	Términos em esmalte

Previamente ao preparo todos os dentes foram moldados com a pasta densa de um silicone de adição (Elite HD, Zhermack, Badia Polesine, RO, Italy) para a confecção de matrizes guia (2 paralelas ao longo eixo do dente e 2 perpendiculares ao longo eixo do dente). Essas matrizes foram posicionadas frequentemente sobre o dente, guiando e controlando as espessuras dos desgastes nas respectivas regiões do dente, tanto para o preparo conservador (Figura 5) como para o preparo convencional com chanfro palatino (Figura 6).

(A)



(B)



Figura 5 - A) Posicionamento da matriz de silicone para controle da redução do preparo no sentido cervico/incisal; B) Posicionamento da matriz de silicone para controle da redução do preparo no sentido mesio/distal.

(A)



(B)



Figura 6 - A) Posicionamento da matriz de silicone para controle da redução incisal do preparo; B) Posicionamento da matriz de silicone para controle da redução da largura do chanfro.

Além de ser utilizada para controlar o desgaste do preparo, essa matriz serviu como guia para o enceramento da restauração, o qual reproduziu a anatomia inicial de cada dente antes do preparo.

4.5 Moldagem

As moldagens dos preparos foram realizadas por um único operador, previamente treinado. Para a moldagem foi utilizado um silicone de polimerização por reação de adição (Elite HD, Zhermack, Badia Polesine, RO, Italy) por meio da técnica da moldagem em dois estágios. Após a presa do material, o molde foi separado e então o gesso pedra tipo IV (Elite Rock, Zhermack, Badia Polesine, RO, Italy) foi vertido, sob constante vibração, para a obtenção de troqueis individuais.

4.6 Confeção das facetas cerâmicas

Inicialmente duas camadas de espaçador foram aplicadas sobre os troquéis, cuidando para não atingir as margens do preparo, com o intuito de gerar espaço para a camada de cimento (Figura 7). Após a secagem do espaçador, foi realizado o isolamento do troquel com vaselina sólida e feito o enceramento da restauração com cera vegetal (GEO, Renfert, Hilzingen, Alemanha), respeitando a anatomia inicial do dente (Figura 7). Para garantir a espessura padronizada do enceramento de todas as facetas e a devolução da anatomia original do dente antes do preparo, as matrizes utilizadas para guiar a espessura do preparo foram utilizadas para guiar a espessura e a forma do enceramento.

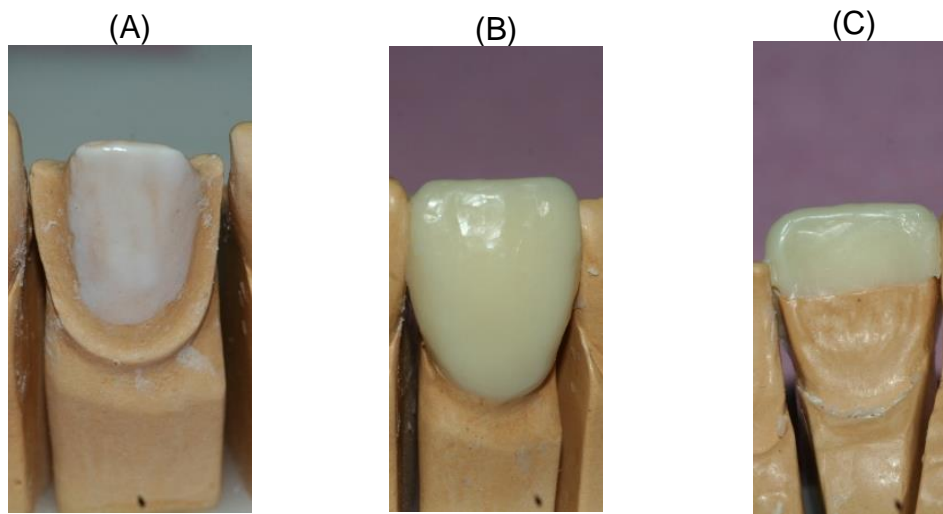


Figura 7 - A) troquel após a aplicação de duas camadas de espaçador; B) enceramento da faceta com preparo convencional com chanfro palatino - vista vestibular; C) enceramento da faceta com preparo convencional com chanfro palatino - vista palatina.

Após o enceramento, o canal de alimentação para a injeção da cerâmica (*sprues*) foi unido à restauração. Para uma adequada injeção do material cerâmico esses *sprues* tinham diâmetro de 3 mm e um comprimento de 5 mm. Eles foram unidos na região mais volumosa da restauração, porção incisal nos preparos convencionais com chanfro palatino e terço médio vestibular dos preparos conservadores (figura 8). Após a fixação dos *sprues* à restauração o conjunto foi fixado em uma base plástica de um anel de revestimento. Para a qualidade da injeção o conjunto foi fixado com uma inclinação entre 45° e 60°, com a região interna da restauração voltada para a face externa da base (Figura 8).

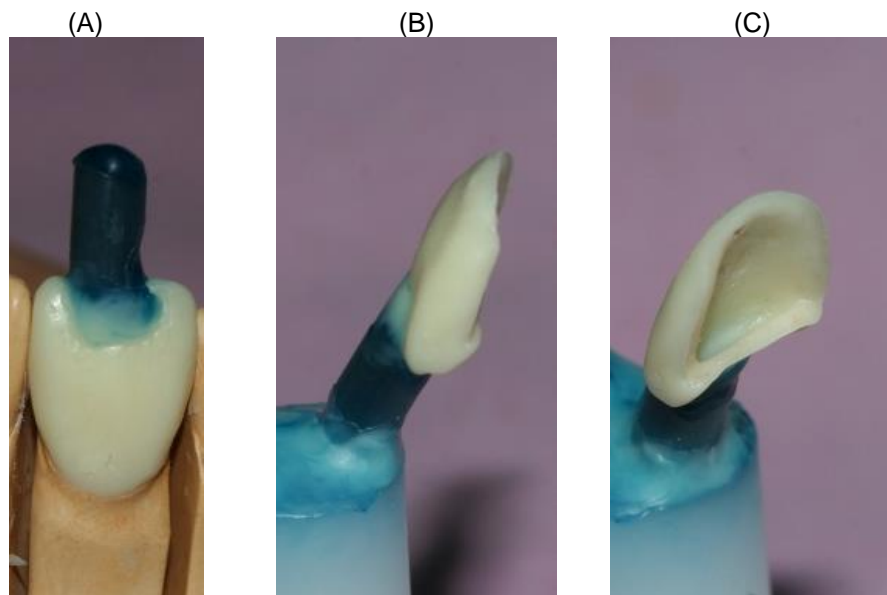


Figura 8 - A) canal de alimentação posicionado sobre a região mais volumosa da restauração; B) conjunto posicionado sobre base do anel de revestimento com uma inclinação entre 45° e 60°; C) conjunto posicionado na base do anel, mostrando região interna da faceta voltada para fora.

Após essa etapa foram obtidos os anéis de revestimento. Para isso foram manipulados, em equipamento a vácuo, proporções do material de acordo com o tamanho do anel de revestimento, seguindo as orientações do fabricante (Quadro 4).

Quadro 4 - proporções água destilada, líquido de revestimento e pó de acordo com o tamanho do anel de revestimento para injeção de restaurações do tipo facetas cerâmicas

IPS PreVEST Speed		
	Anel de 100 gramas (100 gramas de pó)	Anel de 200 gramas (200 gramas de pó)
Líquido de revestimento	16 ml	32 ml
Água destilada	11 ml	22 ml
Tempo de manipulação à vácuo	2.5 min	2.5 min

Após a manipulação do revestimento o material foi vertido no interior do respectivo anel, sob vibração constante, tomando o cuidado para não gerar deslocamento dos enceramentos (Figura 9).

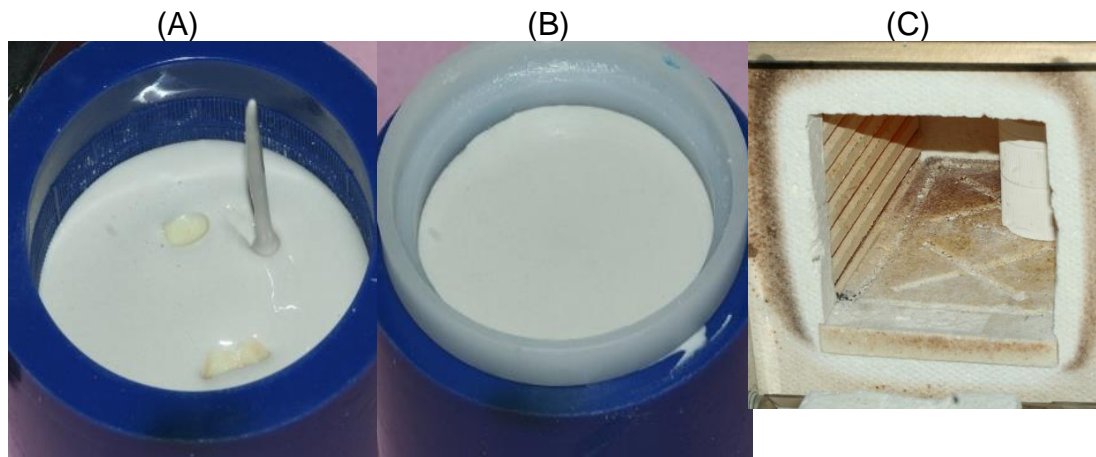


Figura 9 - A) momento em que o revestimento é vertido no interior do anel de revestimento; B) anel após pressa do revestimento ainda no interior do molde de silicone; C) forno para queima da cera.

Antes do tempo máximo de pressa do material de revestimento (45 min) o anel foi inserido em um forno para queima da cera, o qual estava previamente aquecido a temperatura de 850°C, sendo mantido durante o tempo mínimo de 45 min para os anéis de 100 g e 60 min para os anéis de 200 g (Figura 9). Para melhor queima da cera o anel foi inserido o mais próximo da parede posterior do forno, inclinado e com o orifício de abertura voltado para baixo (Figura 9).

Após a queima da cera foi realizada a injeção das pastilhas de cerâmica a base de di-silicato de lítio (IPS e.max Press A3 HT, Ivoclar Vivadent, Schaan, Lietchteinstein). Para isso o anel de revestimento foi removido do forno de queima da cera e levado imediatamente até o forno de injeção (Programat EP 5000, Ivoclar Vivadent, Schaan, Lietchteinstein) (Figura 10), o qual já estava com o programa de injeção previamente selecionado. Nesse momento foram introduzidas as pastilhas de cerâmica no interior do canal de alimentação do anel de revestimento, foi posicionado o êmbolo (Alox Plunger, Ivoclar

Vivadent, Schaan, Lietchteinstein) e dado início ao ciclo de injeção da cerâmica (Figura 10).

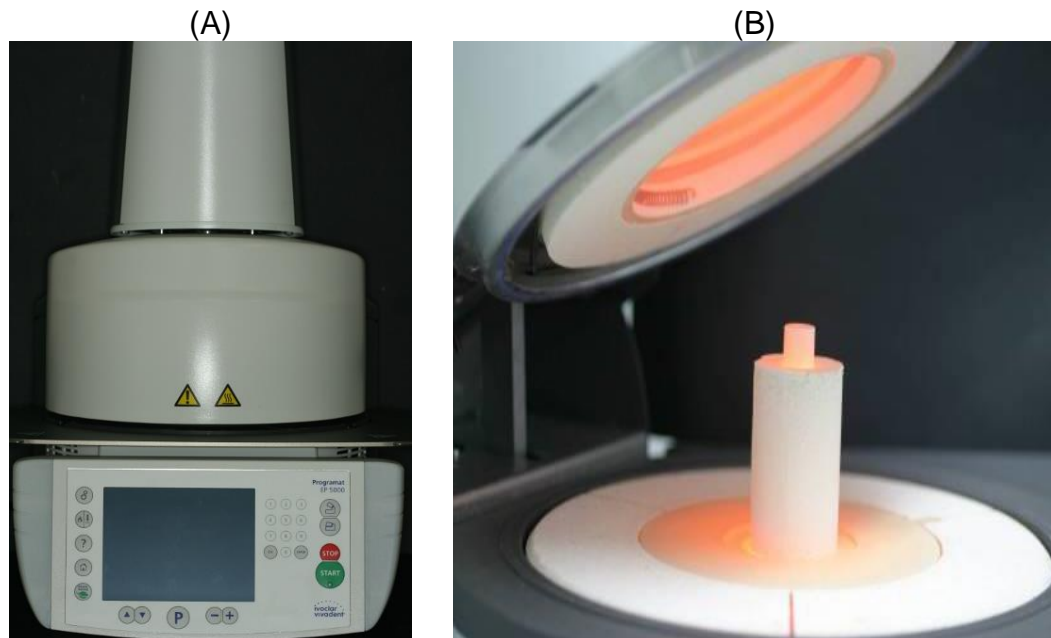


Figura 10 - A) forno EP 5000 da Ivoclar Vivadent; B) forno aberto, com anel posicionado, antes do início do ciclo de injeção.

Após a injeção foi realizada a desinclusão das restaurações do interior do anel de revestimento. Primeiramente um corte circular no anel foi realizado com um disco diamantado, em uma região correspondente ao final do êmbolo de injeção (Figura 11). Depois foi feita a desinclusão inicial do revestimento por meio de jateamento com partículas de óxido de alumínio ($150\ \mu\text{m}$) a uma pressão de 4 bar (Figura 11). Quando as restaurações começavam a surgir no interior do revestimento a desinclusão final era realizada com partículas de óxido de alumínio ($50\ \mu\text{m}$) a uma pressão de 2 bar, até a total remoção do revestimento e exposição da restauração cerâmica (Figura 11).

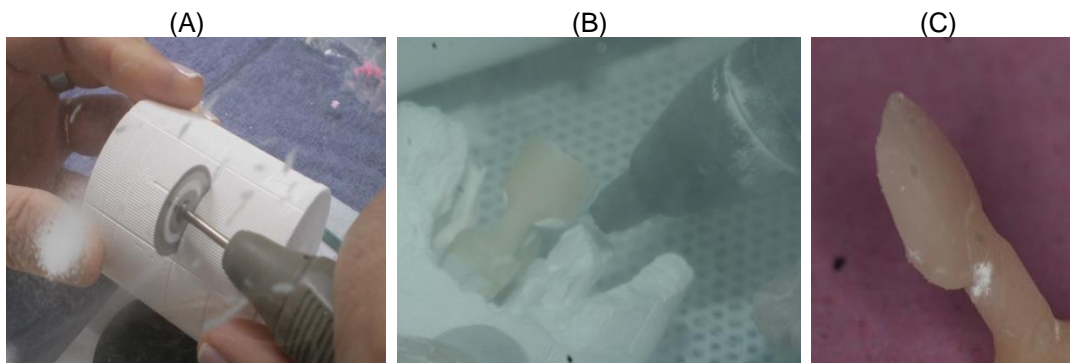


Figura 11 - A) desinclusão inicial com disco diamantado; B) desinclusão grosseira com a 4 bar de pressão até exposição das restaurações; C) faceta cerâmica após desinclusão fina, com total remoção dos resíduos de revestimento.

Após a desinclusão o canal de alimentação foi removido do restante da pastilha com um disco diamantado, a restauração foi provada no troquel e o restante do canal de alimentação removido com auxílio de pedras abrasivas (Figura 12).

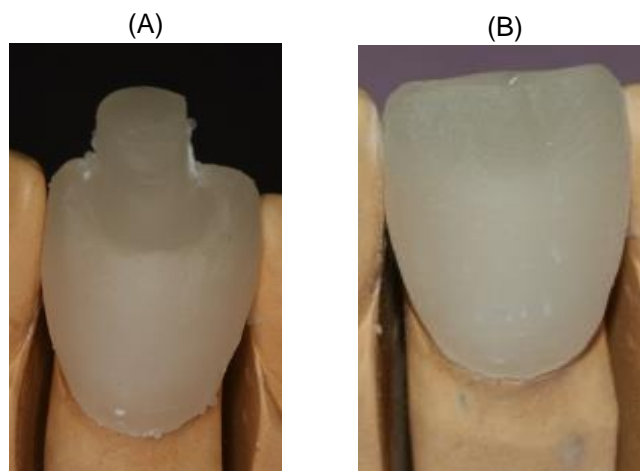


Figura 12 - A) prova da restauração sobre troquel, verificar presença de resto do canal de alimentação; B) faceta após remoção do canal de alimentação com pedras abrasivas.

Por fim o glazeamento da peça protética foi realizado. Para isso uma fina camada de glaze (IPS e.max Ceram Glaze, Ivoclar Vivadent, Schaan, Lietchteinstein) foi aplicada sobre a superfície externa das restaurações com auxílio de pincel, seguida da queima de acordo com programação do forno (Figura 13).

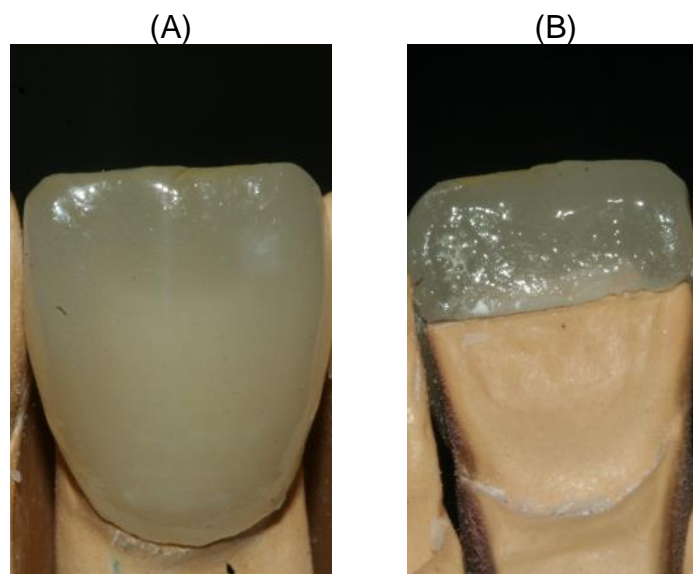


Figura 13 – A) Faceta cerâmica após aplicação do glaze – vista vestibular; B) faceta cerâmica após aplicação do glaze – vista lingual.

4.7 Cimentação das facetas cerâmicas

4.7.1 Condicionamento do remanescente dental

Ácido fosfórico a 37% (Total Etch, Ivoclar Vivadent, Schann, Lichtenstein) foi aplicado por 20 s no esmalte dental e 15 s sobre a dentina, seguido de lavagem abundante com água e secagem com papel absorvente. Após esse procedimento uma camada do sistema adesivo Excite F (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lichtenstein) foi aplicada sob atrito durante 20 s sobre as superfícies condicionadas. A seguir um jato de ar foi aplicado para evaporação do solvente e eliminação de excessos de adesivo e a fotoativação realizada por 20 s por face com LED de alta potência (Radii Cal, SDI, Australia).

4.7.2 Condicionamento da cerâmica

A superfície interna da faceta cerâmica foi condicionada com ácido fluorídrico a 10 % (Cond AC Porcelana, FGM, Joinville, SC, Brasil) por 20 s, lavada abundantemente com água e seca com jatos de ar. Após, a superfície cerâmica recebeu a aplicação de um agente de união silano (metacriloxipropiltimetoxi-silano) (Monobond Plus, Ivoclar-Vivadent), e foi aguardado reagir por 3 min. O cimento resinoso convencional Variolink Veneer (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) foi inserido na superfície interna da faceta cerâmica, esta foi posicionada sobre o preparo até seu completo assentamento e o excesso de cimento foi removido. Após, uma camada de vaselina sólida foi aplicada na região de interface e foi executada a fotoativação de cada face pelo tempo de 20 s (Radii Cal, SDI, Australia). Todos os procedimentos de cimentação foram realizados por apenas um operador previamente treinado.

4.8 Envelhecimento por ciclagem mecânica e avaliações periódicas.

Após a cimentação das restaurações cerâmicas os espécimes foram posicionados em um simulador de fadiga mecânica (Erios ER 11000, São Paulo, SP, Brasil), sob inclinação de 45° em relação ao plano horizontal e imersos em água a temperatura constante de 37°C ($\pm 2^\circ\text{C}$). Um pistão com ponta plana aplicou uma força de 100 N, a uma frequência de 4 Hz, sobre um ponto localizado na superfície incisal da restauração, por um período máximo correspondente a 4.000.000 de ciclos. Entre o pistão e a restauração foi posicionada uma tira plástica de poliéster para evitar o contato direto entre o pistão e a restauração cerâmica.

4.8.1 Avaliação da taxa de sobrevivência

Para a análise de sobrevivência os espécimes foram avaliados quanto aos seguintes defeitos: fratura da restauração, decimentação da restauração e ocorrência de trincas na restauração. As avaliações foram realizadas a cada 500.000 ciclos por um único operador, em estereomicroscópio (Discovery V-20, Zeiss, Goettingen, Germany) a um aumento de 15x.

4.9 Avaliação da carga para fratura dos espécimes

Os espécimes que sobreviveram ao envelhecimento por ciclagem mecânica foram submetidos ao teste de compressão. Para isso os corpos de prova foram posicionados em uma máquina de ensaio universal, a uma inclinação de 45° em relação ao plano horizontal, e um pistão com ponta plana aplicou uma força em uma região localizada na borda incisal da restauração a velocidade de 1 mm/min. Uma célula de carga de 100 KgF, acoplada a máquina de ensaio, registrou os valores máximos de carga para fratura os quais foram utilizados para o cálculo estatístico.

4.10 Análise de Falha

Tantos os espécimes que apresentaram fratura catastrófica durante a ciclagem mecânica, bem como os espécimes submetidos ao teste de carga para fratura, foram avaliados em

estereomicroscópio, sob aumento de até 75x, e as fraturas classificadas em: Tipo I (Decimentação da faceta); Tipo II (Fratura da restauração cerâmica sem envolvimento do remanescente dental); Tipo III (Fratura da coroa dental); Tipo IV (Fratura radicular reversível - acima do ligamento periodontal); Tipo V (Fratura radicular irreversível - abaixo do ligamento periodontal).

4.11 Análise pelo Método de Elementos Finitos (MEF)

Para essa análise modelos bi-dimensionais foram obtidos a partir de um software de modelagem (Rhinoceros® 4.0). As dimensões das estruturas dos dentes modelados seguiram médias existentes na literatura (Serra, Ferreira, 1981; Harris, Hicks, 1998), enquanto as demais estruturas foram reproduzidas (camada de poliéter simulando ligamento periodontal, resina acrílica, cimento resinoso, faceta cerâmica) respeitando as dimensões utilizadas no estudo laboratorial (Figura 14).

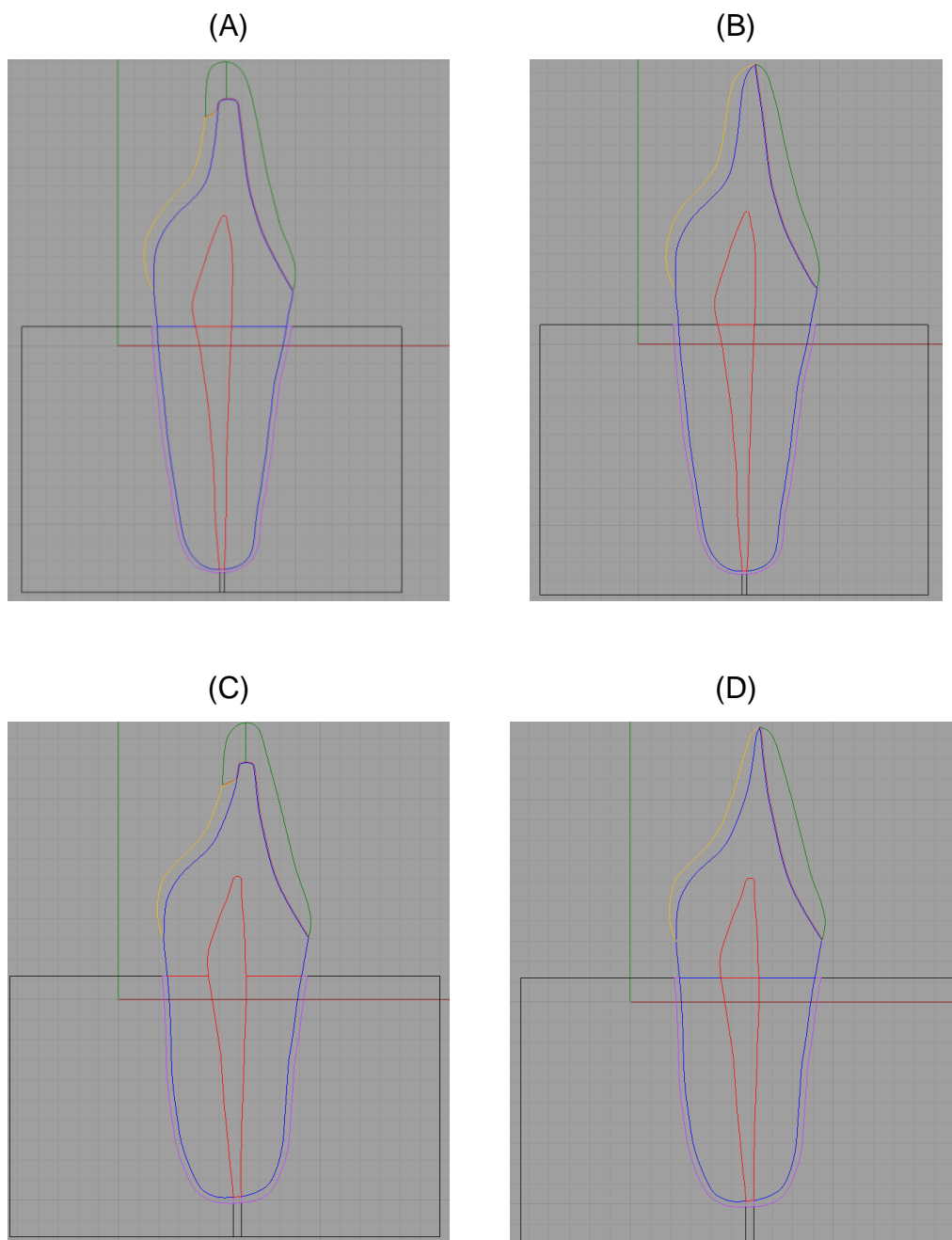


Figura 14 - A) Canino com preparo convencional com chanfro palatino; B) Canino com preparo conservador; C) Incisivo central com preparo convencional com chanfro palatino; D) Incisivo central com preparo conservador.

Após a obtenção das linhas dos modelos essas foram exportadas no formato *.iges CC143* e abertas no software de pré-

processamento MSCPatran 2005r2. Inicialmente nesse software foi verificada a relação entre as superfícies das estruturas dos modelos. Quando observado algum problema, foram feitas modificações nas linhas das superfícies utilizando as próprias ferramentas do software MSCPatran 2005r2, até que se observasse adequada relação (Figura 15).

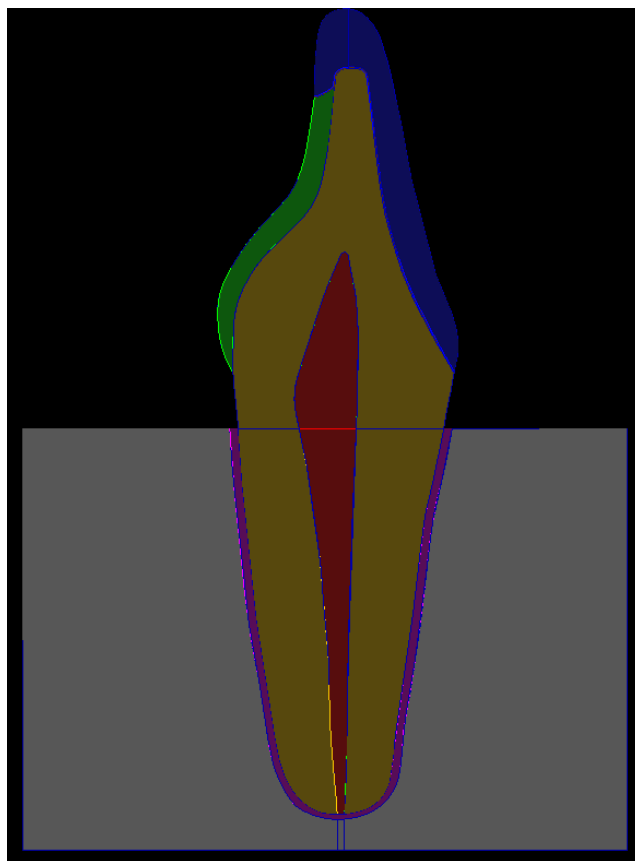


Figura 15 - Relação entre as superfícies do modelo mostrando boa relação de continuidade entre as superfícies.

Após a verificação da relação entre as estruturas foi gerada a malha dos modelos (Figura 16) a partir de elementos quadriláteros no estado plano de deformação (“plane strain quad-4”). Após o teste de convergência de malha, a quantidade final de elementos variou de acordo com cada modelo: 29769 elementos para o modelo que representou o canino com chanfro palatino; 30723 elementos para o

modelo correspondente ao canino com preparo conservador; 30456 elementos para o modelo que representou o incisivo central com chanfro palatino; 29327 elementos no modelo correspondente ao incisivo central com preparo conservador.

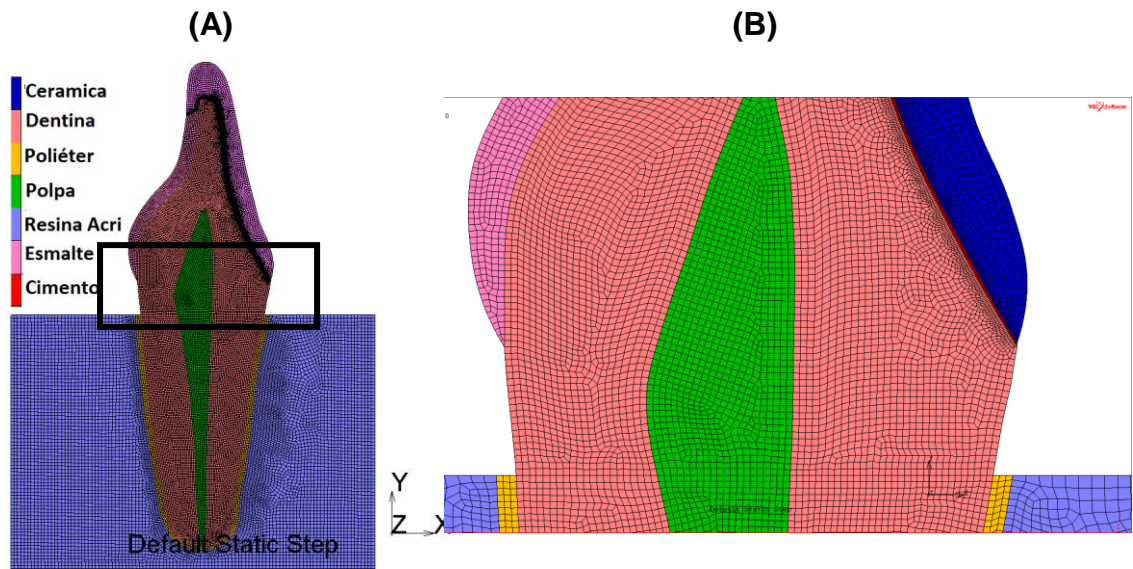


Figura 16 - A) Malha correspondente ao canino com chanfro palatino; B) vista aproximada mostrando a adequada relação entre os elementos.

Após a geração das malhas foram aplicadas as condições de contorno nos modelos. Os nós externos da resina acrílica foram fixados em todos os graus de liberdade (Figura 17A). Uma força de 100 N foi aplicada na região incisal dos modelos, sob uma inclinação de 45° e distribuída entre 3 nós, com o valor aplicado no nó central sendo o dobro do valor aplicado nos nós das extremidades (Figura 17B).

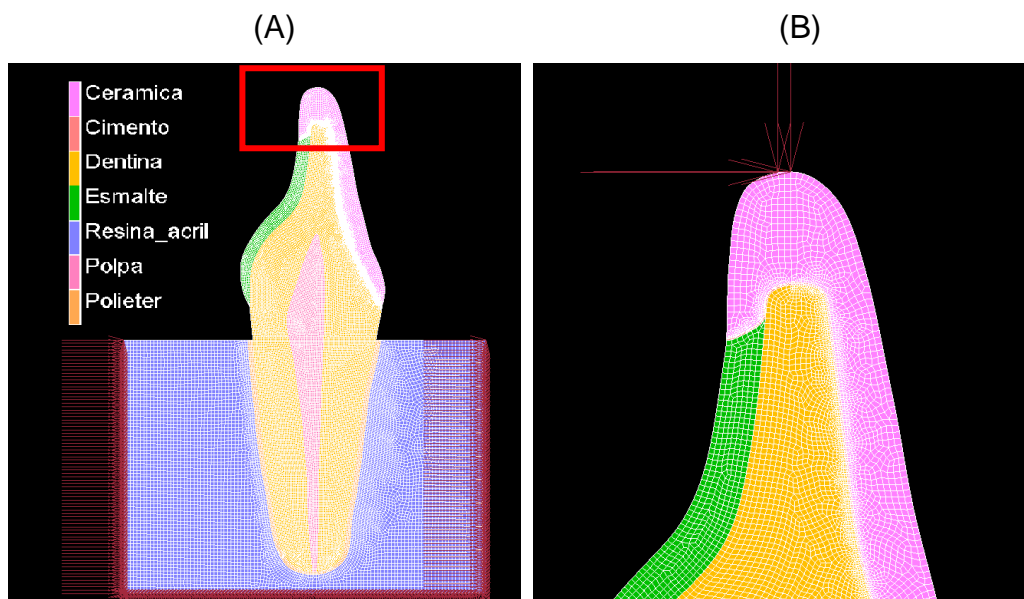


Figura 17 - A) Elementos externos da base de resina acrílica tiveram seus movimentos restringidos nos eixos x, y e z; B) Elementos onde foi aplicada a força de 100 N.

Os materiais foram considerados isotrópicos, homogêneos, lineares e suas propriedades foram conferidas de acordo com dados da literatura (Quadro 5).

Quadro 5 - Materiais, módulo de elasticidade, coeficiente de poisson e referência bibliográfica consultada para obtenção dos dados

(continua)

Material	Módulo de Elasticidade (GPa)	Poison	Referência
Dentina	18,6	0,31	Peyton FA, Mahler DB, Hershenov B. Physical properties of dentin. J Dent Res 1952;31:366-70.
Cimento resinoso	2,6	0,33	Pegoretti A, Fambri L, Zappini G, Bianchetti M. Finite element analysis of a glass fibre reinforced composite endodontic post. Biomaterials 2002;23:2667-82.
Poliéter	0,05	0,45	Farah JW, Clark AE, Ainpour PR. Elastomeric impression materials. Oper Dent 1981;6:15-9.

Quadro 5 - Materiais, módulo de elasticidade, coeficiente de Poisson e referência bibliográfica consultada para obtenção dos dados.

(conclusão)

Material	Módulo de Elasticidade (GPa)	Poisson	Referência
Resina Acrílica	2,7	0,35	Ebadian B, Farzin M, talebi S, Khodaeian N. Evaluation of stress distribution of implant-retained mandibular overdenture with different vertical restorative spaces: A finite element analysis. Dent Res J; 9(6): 741-747. 2012.
Esmalte	46,8	0,3	Wright KW, Yettram AL. Reactive force distributions for teeth when loaded singly and when used as fixed partial denture abutments. J Prosthet Dent 1979;42:411-6.
Cerâmica a base de di-silicato de lítio (IPS.emax Press)	95	0,3	Catálogo do produto fornecido pelo fabricante (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lietchteinstein)
Polpa	0,003	0,45	Toparli M, Aykul H, Sasaki S. Temperature and thermal stress analysis of a crowned maxillary second premolar tooth using three-dimensional finite element method. J Oral Rehabil 2003;30:99-105

Após a análise pelo software de pré-processamento foi obtido um arquivo *.dat* que foi aberto no software de pós-processamento MSCMentat 2005r2. Nesse software as condições de contorno foram novamente verificadas e o processamento foi realizado com o software MSC.Marc 2005r2.

No pós-processamento foi verificada a distribuição e a direção da tensão máxima principal (σ_1) na faceta e na dentina. A tensão máxima principal, quando positiva, corresponde à maior tensão de tração na região. Valores negativos de tensão máxima principal indicam ausência de tensão de tração.

4. 10 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise da taxa de sobrevida das restaurações foi utilizado o teste de Kaplan Meier e possíveis diferenças entre essas taxas foram analisadas pelo teste de Log-rank ($\alpha=0.05$).

Os valores de carga para fratura foram submetidos ao teste *T-Student* ($\alpha=0.05$). Um teste foi realizado para comparar os valores de carga para fratura entre os caninos, outro teste para comparar os valores entre os incisivos centrais, e outros dois testes para comparar incisivos e caninos submetidos ao mesmo desenho de preparo.

A interpretação dos resultados obtidos pela análise pelo método de elementos finitos foi realizada a partir dos valores gerados pelos programas, utilizando como instrumento de comparação os diferentes tons, distribuições e concentrações de cores dos modelos.

5 RESULTADOS

5.1 Resultados experimentais

Todos os espécimes sobreviveram ao envelhecimento por ciclagem mecânica e não foi verificada nenhuma falha dos mesmos durante as avaliações periódicas. Assim, foram verificadas taxas de sobrevivência igual a 1 para todos os grupos após o teste de Kaplan Meier (Figura 18), o que representa uma estimativa de que 100% dos espécimes ultrapassaram o tempo decorrido de ensaio sem falha.

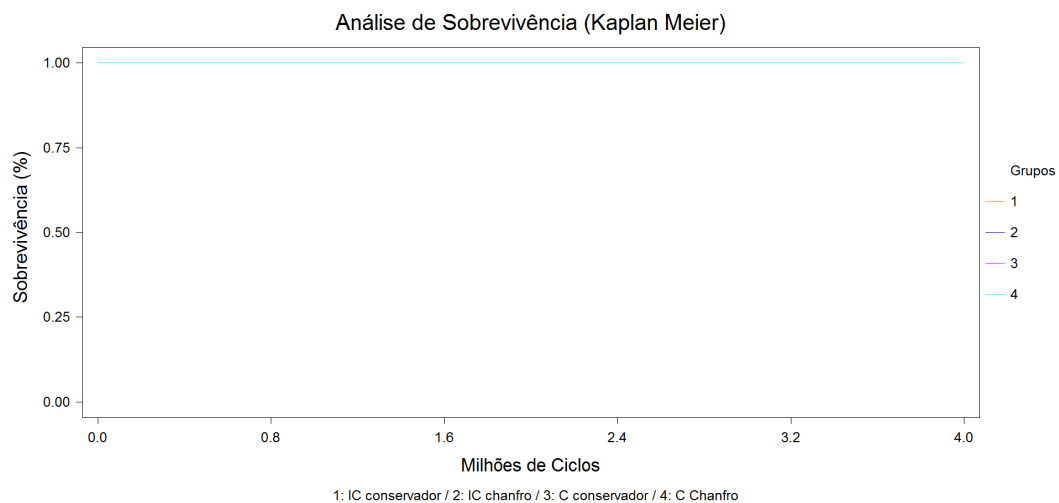


Figura 18 - Análise de Kaplan Meier após envelhecimento por ciclagem mecânica.

Os testes *T-Student* não mostraram influência do desenho do preparo nos valores de resistência à fratura, no entanto mostraram influência do tipo de dente submetido ao mesmo desenho de preparo (Tabela 1). A análise de falha mostrou predomínio das fraturas radiculares, seguido de fratura da porção coronária do espécime. O

detalhamento dos tipos de falha e distribuição dessas nos grupos experimentais está descrito na Tabela 2.

Tabela 1 - Médias, desvios padrão (Newton) e valores estatísticos após teste *T-Student* dos valores de carga para fratura ($\alpha=0.05$)

Preparo	Dentes	
	Canino	Incisivo Central
Conservador	705.6 (131.8) ^A ($p=0.193$)	519.3 (171.2) ^a ($p=0.166$)
Chanfro Palatino	638.8 (141.9) ^A ($p=0.0004$)	441.9 (123.4) ^a

Comparação para o mesmo grupo de dentes (mesma coluna): letras idênticas representam semelhança estatística.

Tabela 2 - Modo de falha, quantidade e porcentagem para cada grupo experimental após teste de carga para fratura

Grupo experimental	Modo de Falha*				
	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV	Tipo V
Canino com preparo conservador	0	0	4 (27%)	1 (6%)	10 (67%)
Canino com chanfro palatino	1 (6%)	1 (6%)	0	5 (34%)	8 (54%)
Incisivo central com preparo conservador	0	0	3 (11%)	1 (6%)	11 (73%)
Incisivo central com chanfro palatino	1 (6%)	1 (6%)	2 (13%)	3 (21%)	8 (54%)
Numero e porcentagem total de cada modo de falha	2 (3%)	2 (3%)	9 (15%)	10 (17%)	37 (62%)

*Tipo I: decimentação da faceta; Tipo II: fratura da faceta sem envolvimento da coroa; Tipo III: fratura coronária; Tipo IV: fratura radicular reversível; Tipo V: fratura radicular irreversível.

Abaixo imagens representativas de alguns modos de falha observados (Figura 19).

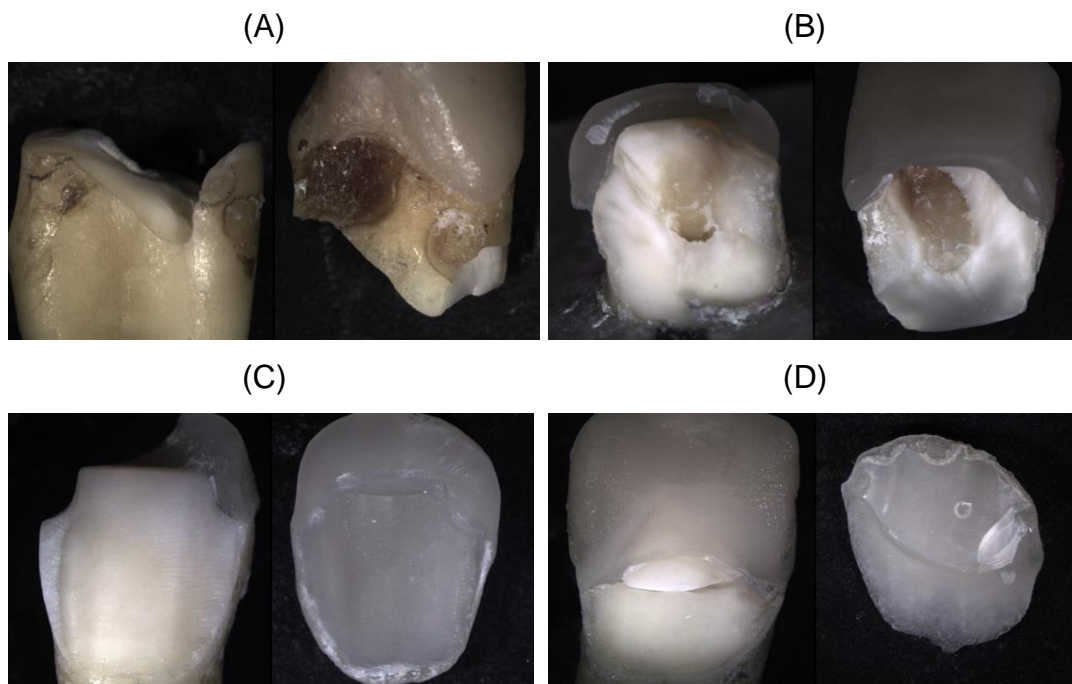
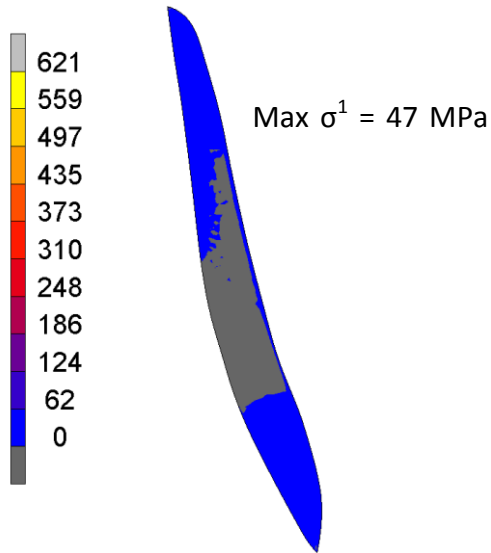


Figura 19 - A) Fratura radicular irreversível; B) Fratura coronária do remanescente dental; C) Decimentação da faceta cerâmica; D) Fratura coesiva da faceta cerâmica.

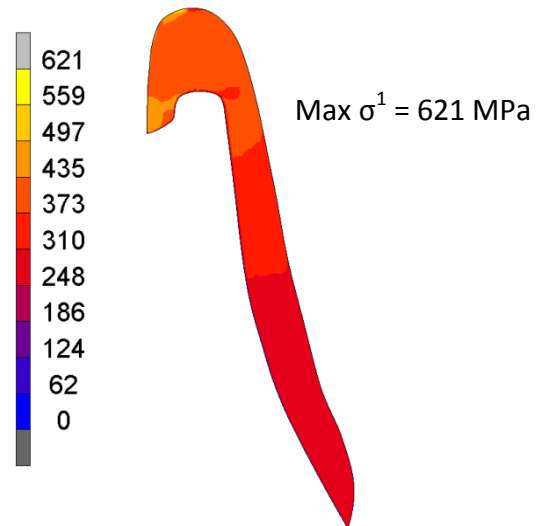
5.2 Resultados da Análise pelo Método de Elementos Finitos

A análise pelo método de elementos finitos mostrou diferentes padrões de distribuição de tensão nos modelos estudados (Figuras 20, 21 e 22). Os grupos submetidos ao preparo com chanfro palatino apresentaram maiores valores de tensão de tração na restauração cerâmica (Máximo σ^1 - canino restaurado com chanfro palatino = 621 MPa; Máximo σ^1 - incisivo restaurado com chanfro palatino = 748 MPa), em comparação com os grupos submetidos ao preparo conservador (Máximo σ^1 - canino restaurado com preparo conservador = 47 MPa; Máximo σ^1 - incisivo restaurado com preparo conservador = 58 MPa) (figura 20).

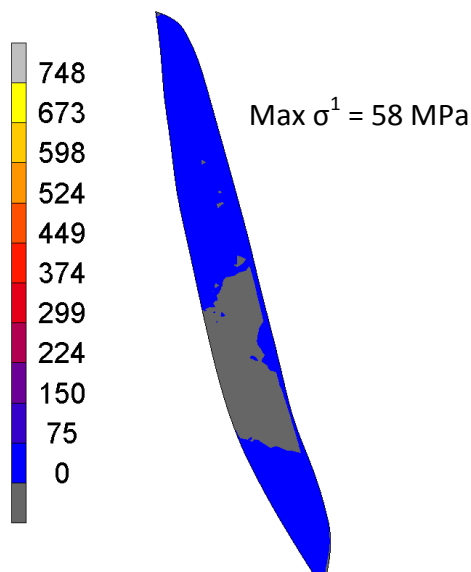
Canino com preparo do tipo conservador



Canino com preparo do tipo chanfro palatino



Incisivo central com preparo do tipo conservador



Incisivo central com preparo do tipo chanfro palatino

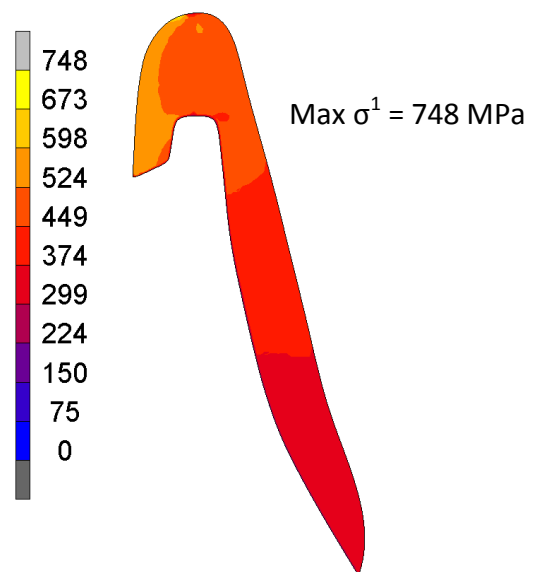


Figura 20 - Distribuição das tensões de tração (*Maximum Principal Stress*) nas facetas cerâmicas do grupos do estudo (MPa).

Todos os modelos apresentaram concentração de tensões de tração na porção cervical da dentina, e os modelos submetidos ao preparo com chanfro palatino apresentaram valores

ligeiramente superiores aos modelos com preparo conservador (Figura 21).

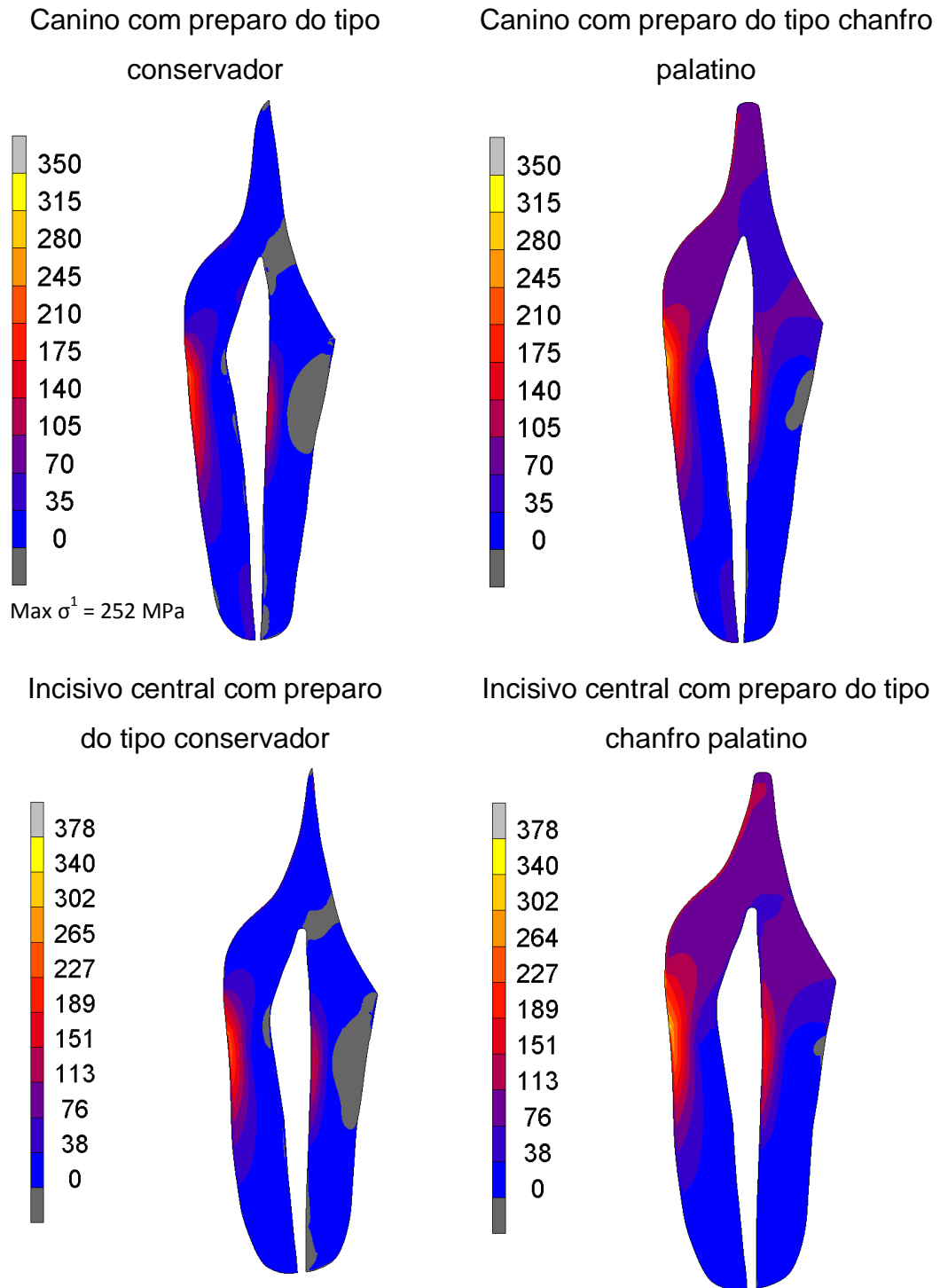


Figura 21 - Distribuição das tensões de tração nas porção radicular dos espécimes (MPa).

Na figura 22 podemos observar a direção dos vetores de tração tanto na restauração cerâmica como na dentina. Na restauração os vetores evidenciam grande possibilidade de ocorrência de fratura ou decimentação da restauração. Na dentina os vetores apresentam tendência a causar fratura da estrutura.

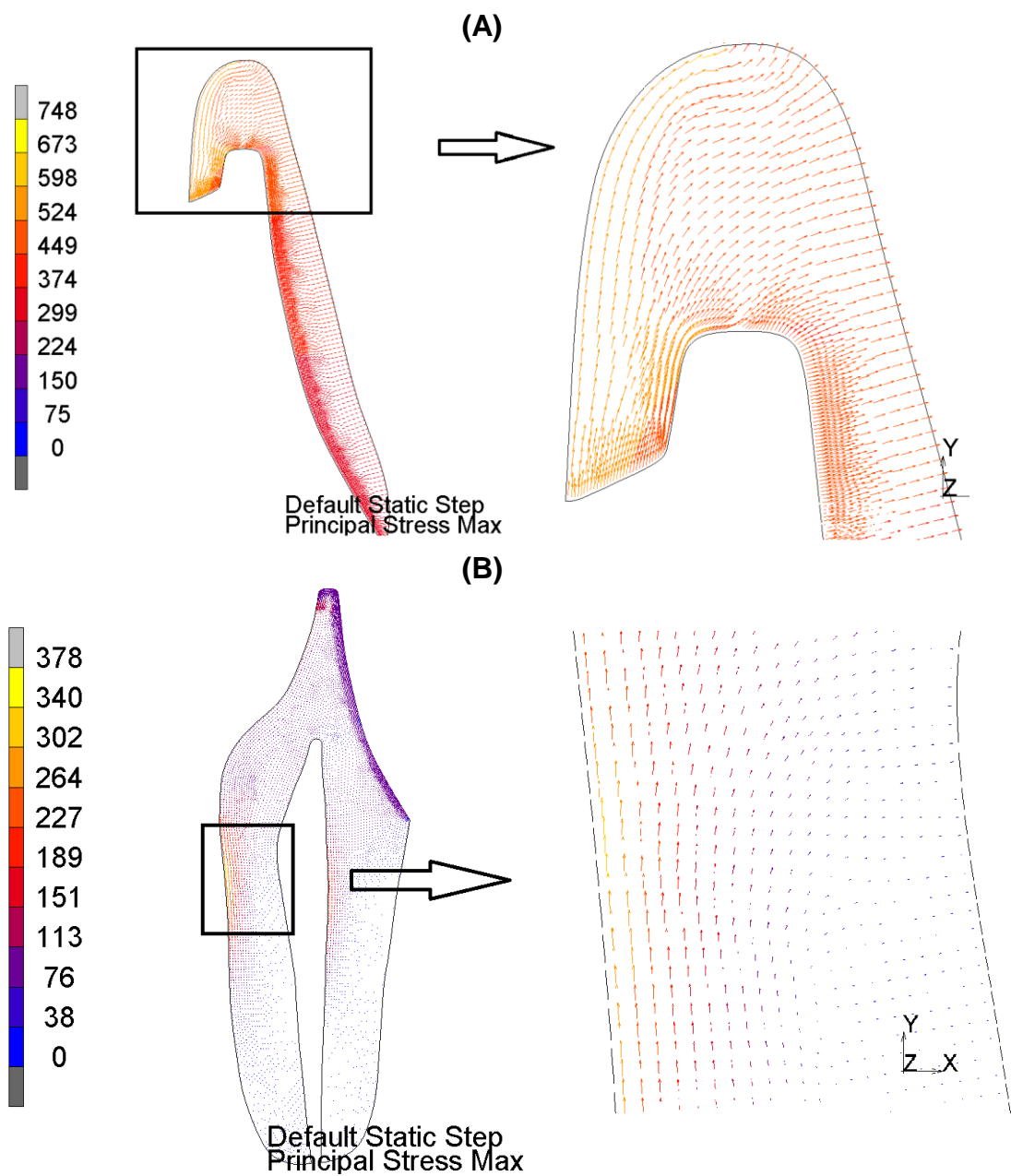


Figura 22 - A) Direção dos vetores de tração na faceta; B) Direção dos vetores de tração na raiz.

6 DISCUSSÃO

Um dos princípios básicos para a qualidade da pesquisa científica é a homogeneização da amostra (Montenegro et al., 2002). Com esse intuito realizamos a alocação dos espécimes nos respectivos grupos através da obtenção de sequências aleatórias geradas por um software. Esse procedimento possibilita a obtenção de grupos homogêneos, diminuindo a possibilidade de vieses interferirem na confiabilidade dos resultados. Outra forma de garantir a confiabilidade dos resultados é pela utilização de um número amostral que garanta um adequado poder para o teste estatístico. Segundo Callegari-Jacques (2008) o poder do teste tem como objetivo conhecer quão bem o teste de hipótese controla o erro tipo II, ou seja, qual a probabilidade de rejeitar a hipótese nula se realmente for falsa. No estudo atual esse critério foi controlado, uma vez que para o número amostral utilizado ($n=15$), o nível de significância alcançado foi de 5% para um poder de teste de 95%.

Outros princípios que norteiam a qualidade da pesquisa científica são a padronização dos procedimentos e o cegamento dos avaliadores (Montenegro et al., 2002). No presente estudo o primeiro critério foi contemplado, uma vez que apenas um operador, previamente treinado, realizou todos os procedimentos clínicos envolvidos na pesquisa. O cegamento foi atendido pela realização do teste de carga para fratura por operadores cegados em relação aos grupos experimentais. Por outro lado as avaliações periódicas dos espécimes, para detecção das taxas de sobrevivência, foram realizadas por um operador previamente treinado mas não cegado em relação aos grupos experimentais.

Outros cuidados realizados para a obtenção de resultados mais confiáveis e aproximados da clínica dizem respeito à simulação do ligamento periodontal e a utilização de matrizes plásticas interpostas aos pistões durante a ciclagem mecânica e durante o teste de carga para fratura. A técnica de simulação do ligamento periodontal, segundo Soares et al., (2005), é uma condição importante a ser reproduzida. Segundo esses autores, testes *in vitro* deveriam padronizar alguns fatores para se aproximar da realidade clínica, e o ligamento periodontal seria um deles. Já a utilização de matrizes interpostas tem o objetivo de minimizar o surgimento de trincas decorrentes do contato direto entre o pistão e o espécime, evitando assim um padrão de falha que não se observa clinicamente (Yldirin et al., 2003; Baldassari et al., 2011). Esse procedimento tem sido adotado por diversos trabalhos (Yldirin et al., 2003; Souza 2013; May 2013; Lin et al., 2012; Alghazzawi et al., 2012).

A utilização de matrizes guia para a confecção dos preparos e do enceramento é uma técnica que auxilia na padronização dos procedimentos, sendo utilizada em diversos trabalhos (D'arcangelo et al., 2008; D'arcangelo et al., 2010; Alghazzawi et al., 2012; Lin et al., 2012). A opção, nesse trabalho, de confeccionar as restaurações cerâmicas com 1 mm de espessura difere de outros estudos. No entanto, existem trabalhos mostrando que essa espessura de desgaste pode ser indicada para a confecção desse tipo de restauração, uma vez que são capazes de gerar um padrão estético aceitável (Bottino et al., 2009), por não sofrerem alteração de cor (Bagis, Turgut, 2011), quando comparadas a restaurações menos espessas, e por proporcionarem adequada transmissão de luz e assim a polimerização do cimento resinoso.

No atual trabalho, durante o envelhecimento por ciclagem mecânica e o teste de carga para fratura, foi aplicada uma força sobre a borda incisal dos espécimes. De acordo com alguns autores (Okeson, 2008; Paphangkorakit, Osborn, 1997; Koriath et al., 1997) os dentes

anteriores recebem cargas oclusais nessa região anatômica durante os movimentos de apreensão do alimento e protrusão e a força recebida nessa região pode variar de 25 N até 495 N, dependendo do sexo e do tipo de alimento envolvido na mastigação (Korioth et al., 1997; Svensson, Trulsson, 2011). Apesar de alguns estudos, acerca do comportamento de dentes restaurados com facetas cerâmicas, aplicarem cargas sobre a porção palatina do espécime (Stappert et al., 2005; D'arcangelo et al., 2008; D'arcangelo et al., 2010; Schmidt et al., 2011), existem trabalhos que também utilizaram a borda incisal do espécime como ponto de aplicação da carga (Chander et al., 2009; Chun et al 2010; Alghazawi 2012; Lin et al., 2012). No trabalho em questão, devido a grande diferença entre os desenhos do preparo, a aplicação das forças nessa região seria importante para a verificação do desfecho dos sistemas, além disso, o valor de 100 N foi escolhido por ser uma valor situado entre o mínimo e o máximo observados na literatura e passível de ser reproduzido no simulador de fadiga utilizado no estudo.

Após o envelhecimento dos espécimes e a realização das análises periódicas, o teste estatístico (Kaplan Meyer) não mostrou diferença sobre os valores de taxa de sobrevivência para os grupos experimentais, aceitando a primeira e segunda hipóteses do estudo. Os altos valores de taxa de sobrevivência observados no presente estudo (1) diferem dos achados do trabalho de Stappert et al. (2005), que observaram fratura de um espécime de cada grupo após 1.200.000 ciclos mecânicos com carga de 49 N. No entanto, Stappert et al. (2005) ciclaram os espécimes pela superfície palatina utilizando um padrão de ciclagem no formato de uma curva elipsoidal, com um componente vertical e horizontal, o que gerava um impacto direto sobre a estrutura dental. Esse padrão diferente de ciclagem associado ao local da carga pode ter sido o responsável por gerar as fraturas dos espécimes, uma vez que todas elas

acometeram somente a estrutura dental, sem envolvimento da restauração.

Por outro lado, quando comparamos os resultados das taxas de sobrevida com os estudos clínicos (Layton, Walton, 2007; Guess, Stappert, 2008; Çotert et al., 2009; Smales, Etemadi, 2004; D'arcangelo et al., 2012; Gresnigt et al., 2013), encontramos grande semelhança nos valores observados. Em um estudo retrospectivo, Smales e Etemadi (2004) não observaram nenhum tipo de falha para os dentes restaurados com facetas cerâmicas, com desenhos de preparo idênticos aos utilizados por esse estudo, nos primeiros 4 anos de uso clínico. Do mesmo modo, Guess e Stappert (2008) observaram taxas de sobrevivência de 97,5% e 100% para dois desenhos de preparo para facetas, após um acompanhamento clínico longitudinal de 5 anos. Em um outro estudo, D'arcangelo et al. (2012) não observaram nenhum tipo de falha para 119 facetas confeccionadas em 30 pacientes, após os primeiros 4 anos de uso clínico. Assim, o fato do atual trabalho ter utilizado 4 milhões de ciclos para o envelhecimento das amostras, o que corresponde a 4 anos de vida clínica (Wiskott et al., 1995), reforça ainda mais a semelhança entre os resultados.

Os ótimos resultados referentes as taxas de sobrevida, observados tanto pelo atual trabalho como pelos estudos clínicos, podem ter relação direta com as boas propriedades mecânicas da cerâmica utilizada no estudo (Choi et al., 2012) e devido a qualidade da união entre cimento/cerâmica (Leite et al., 2013; Vanderlei et al., 2013) e cimento/substrato (D'arcangelo et al., 2012; MacLaren, Lesagem, 2011) obtido para esse tipo de restauração. O material utilizado para confecção das restaurações é uma cerâmica vítrea, a base de di-silicato de lítio, que segundo o fabricante apresenta até 400 MPa de resistência flexural. Além disso, por ser utilizada pela técnica da injeção, diminui a inclusão de

defeitos no seu interior, diminuindo a chance de fraturas coesivas do material.

A união do cimento resinoso a essa cerâmica ocorre através da aplicação do ácido fluorídrico seguido da aplicação do agente de união silano, técnica que já está consolidada na literatura como a mais indicada para esse tipo de cerâmica (Brentel et al., 2007; Amaral et al., 2011; Leite et al., 2013; Vanderlei et al., 2013). No que diz respeito ao substrato dental, a qualidade da união à essa interface é garantida pelo fato dos procedimentos adesivos serem realizados sobre esmalte, o que têm sido citado por muitos autores como fator fundamental para o sucesso do conjunto (Smales, Etemadi, 2004; Layton, Walton, 2007; Çotert et al., 2009; Kato et al., 2009; Chun et al., 2010; D'arcangelo et al., 2012; MacLaren, Lesage, 2011).

Outro fator que pode ter influenciado a alta taxa de sobrevida observada pelo atual trabalho, pode ter sido a metodologia utilizada para a verificação dos desfechos. Talvez a simples visualização dos espécimes em estereomicroscópio, sem a aplicação de nenhuma substância reveladora, não tenha sido sensível o suficiente para detectar a presença de trincas, o que configura uma limitação do estudo.

No que diz respeito aos valores de carga para fratura, nosso trabalho não encontrou diferença estatisticamente significativa entre os diferentes desenhos de preparo, independente do dente em questão, aceitando a primeira e segunda hipóteses do estudo e concordando com os trabalhos de Stappert et al. (2005), Alghazzawy et al. (2012), Lin et al. (2012). No entanto, esses resultados não concordam com os trabalhos de outros autores (Castelnuovo et al., 2000; Chaiyabutr et al., 2009; Chun et al., 2010; Schmidt et al., 2011). Esses últimos trabalhos diferem do presente trabalho em relação a alguns fatores, como local de incidência da carga durante o teste de carga para fratura, não envelhecimento dos

espécimes, diferença entre os materiais cerâmicos utilizados para a confecção das facetas e diferenças na quantidade de desgaste dos preparos, o que pode ter contribuído para que não houvesse semelhança entre os resultados dos estudos.

Por outro lado, a análise estatística *T-Student* mostrou valores significativamente superiores de carga para fratura dos caninos em relação aos incisivos centrais, quando submetidos ao mesmo desenho de preparo. A comparação desses resultados com outros trabalhos não é possível uma vez que não encontramos esse tipo de comparação na literatura, no entanto, podemos associar esse comportamento as diferenças anatômicas entre os dentes. O fato do canino apresentar maior comprimento radicular e possuir maiores dimensões coronárias, gera uma melhor distribuição das forças aplicadas sobre ele e faz com que ele suporte maior quantidade de carga antes de fraturar.

Após a análise de falha, um predomínio de fraturas radiculares dos espécimes foi observado (Tabela 2). Esses dados concordam com outros estudos que aplicaram força na borda incisal dos espécimes durante o teste de carga para fratura (Stappert et al., 2005; Chun et al., 2010; Alghazzawy et al., 2012; Lin et al., 2012). No entanto, esse padrão de fratura não é condizente com as falhas observadas pelos estudos clínicos, nos quais há predomínio de fraturas coesivas e decimentações das restaurações (Layton, Walton, 2007; Guess, Stappert, 2008; Çotert et al., 2009; Smales, Etemadi 2004; D'arcangelo et al., 2012; Gresnigt et al., 2013). Assim, isso configura uma limitação do teste de carga para fratura, sendo o aprimoramento do teste, a ponto de reproduzir *in vitro* os padrões de falhas que ocorrem em boca, um futuro desafio para os pesquisadores.

Para a análise pelo método de elementos finitos, o atual estudo optou por utilizar um modelo bi-dimensional (2D) ao invés de um

tri-dimensional (3D). Embora seja mais realista, a utilização de um modelo 3D dificulta a obtenção de uma malha refinada, principalmente em regiões de pouca espessura, como cimento resinoso, esmalte remanescente e térmicos cerâmicos das restaurações (Magne, Douglas, 1999). Por outro lado, estudos têm mostrado a precisão e validado a utilização de modelos 2D para a análise de dentes restaurados (Magne et al., 1999; Morin et al., 1988; Morin et al., 1988). Além disso, Magne, Douglas, (1999) afirmaram que a maioria dos eventos mecânicos, em dentes restaurados com facetas, ocorre num plano vestibulo-lingual, dando suporte a análise numérica desse sistema através de um modelo 2D *Plane Strain*.

Poucos estudos são encontrados na literatura sobre o comportamento de dentes restaurados com facetas cerâmicas pelo método de elementos finitos (Magne, Douglas, 1999; Magne et al., 1999; Troedson, Dérand, 1999; Zarone et al., 2005; Chander, Padmanabhan, 2009). Além disso, apenas dois trabalhos foram encontrados avaliando, por elementos finitos, a influência de diferentes desenhos de preparo (Magne, Douglas, 1999; Zarone et al., 2005).

No presente estudo a análise pelo método de elementos finitos mostrou visível diferença entre os grupos com relação a distribuição das tensões, rejeitando assim a terceira hipótese do trabalho (não haveria diferença na distribuição de tensão entre os grupos do estudo). Independente do tipo de dente, os resultados evidenciam claramente uma maior concentração de tensões de tração nas restaurações cerâmicas nos grupos com chanfro palatino em comparação aos grupos com preparo conservador (Figura 20). Esses resultados concordam com os achados de Magne, Douglas, (1999) mas discordam dos achados de Zarone et al. (2005), que encontraram pior cenário para as facetas com preparo conservador. As diferenças observadas entre nosso estudo e o de Zarone et al. (2005) podem ser justificadas pelo fato desse último trabalho ter utilizado as tensões por *Von Misses* como

critério de análise, ter restringido o movimento do modelo ao longo de toda a superfície externa da raiz e ter padronizado o desgaste vestibular das restaurações em apenas 0,5 mm, diferentemente das características adotadas pelo nosso trabalho o qual utilizou 1 mm de espessura.

As diferenças nas tensões de tração observadas nas facetas cerâmicas não chegaram a influenciar os modos de falha observados pelo atual trabalho, no entanto, as tensões observados nos permitem presumir que dentes submetidos ao preparo com chanfro palatino teriam maior chance de incidência de fratura coesiva do material restaurador cerâmico. Essa observação pode ser reforçada ao visualizarmos a direção dos vetores de tração existentes no interior da mesma (Figura 22). Mesmo sem relação com os modos de falha apresentados pelos resultados experimentais, a forma como se apresentou a distribuição das tensões de tração pode ter relação com o padrão de falha de facetas cerâmicas observado em estudos clínicos (Beier et al., 2012; Granel-Ruiz et al., 2010; D'arcangelo et al., 2012; Guess, Stapert, 2008).

A análise pelo método de elementos finitos também mostrou concentração de tensão de tração na raiz dos espécimes, independente do desenho do preparo, mais precisamente no terço cervical do lado palatino (Figura 21). Esse comportamento, somado a direção dos vetores de tração nessa região, pode explicar o padrão (figura 19A) e a alta incidência de fraturas radiculares dos corpos de prova (Tabela 2). Essa alta incidência de fraturas radiculares também pode estar associada as boas propriedades mecânicas do material cerâmico utilizado para a confecção das restaurações (Di-silicato de lítio, IPS e.max Press, Ivoclar Vivadent, Schaan, Lietchenstein) e a boa qualidade de união entre as interfaces desse sistema. Dessa forma, mesmo atingindo valores de tração superiores aos observados na raiz, a restauração cerâmica suportou as altas tensões sem fraturar ou decimentar. No

entanto, possivelmente, se um material cerâmico mais frágil tivesse sido utilizado (por exemplo uma cerâmica feldspática) o padrão de falha e os resultados do estudo poderiam ter sido diferentes.

Diante dos achados observados nesse estudo, pode-se considerar que essencialmente dentes anteriores superiores (incisivos centrais ou caninos) podem ser preparados com qualquer um dos dois desenhos de preparo para facetas laminadas e restaurados por uma cerâmica a base de di-silicato de lítio, pois em ambas as situações observou-se satisfatório desempenho nas condições experimentais abordadas.

7 CONCLUSÃO

Com base nos resultados do estudo podemos concluir que.

- a) Caninos superiores restaurados com facetas cerâmicas do tipo conservadora ou convencional com chanfro palatino, apresentam mesmos valores de taxa de sobrevivência (após 4 milhões de ciclos) e carga para fratura;
- b) Incisivos centrais superiores restaurados com facetas cerâmicas do tipo conservadora ou convencional com chanfro palatino, apresentam mesmos valores de taxa de sobrevivência (após 4 milhões de ciclos) e carga para fratura;
- c) Caninos superiores apresentam maior valor de carga para fratura que incisivos centrais superiores, quando restaurados com facetas cerâmicas com o mesmo desenho de preparo.
- d) Caninos e incisivos centrais superiores submetidos ao preparo convencional com chanfro palatino mostram maior concentração de tensões de tração na restauração cerâmica em comparação com dentes submetidos ao preparo conservador.

8 REFERÊNCIAS*

Adebayo OA, Burrow MF, Tyas MJ. Bond strength test: role of operator skill. *Austral Dent J.* 2008;53(2):145-50.

Alghazzawi TF, Lemons J, Liu PR, Essig ME, Janowski GM. The failure load of CAD/CAM generated zirconia and glass-ceramic laminate veneers with different preparation designs. *J Prosthet Dent.* 2012;108(6):386-93.

Amaral R, Özcan M, Bottino MA, Valandro LF. Resin bonding to a feldspar ceramic after different ceramic surface conditioning methods: evaluation of the contact angle, surface pH, and microtensile bond strength durability. *J Adhes Dent.* 2011;13(6):551-60.

Aykor A, Ozel E. Five-year clinical evaluation of 300 teeth restored with porcelain laminate veneers using total-etch and a modified self-etch adhesive system. *Oper Dent.* 2009;34(5):516-23.

Bagis B, Turgut S. Colour stability of laminate veneers: an in vitro study. *J Dent.* 2011;39 suppl:3:e57-64.

Baldassarri M, Zhang Y, Thompson VP, Rekow ED, Stappert CF. Reliability and failure modes of implant-supported zirconium-oxide fixed dental prostheses related to veneering techniques. *J Dent.* 2011;39(7):489-98.

Beier US, Kapferer I, Burtscher D, Dumfahrt H. Clinical performance of porcelain laminate veneers for up to 20 years. *Int J Prosthodont.* 2012; 25(1):79-85.

Belser UC, Magne M. Ceramic laminate veneers: continuous evolution of indications. *J Esthet Dent.* 1997;9(4):197-207.

Bottino MA, Valandro LF, Faria R. Perception. Sao Paulo: Artes Medicas; 2009.

Bottino MA, Faria R. Facetas laminadas cerâmicas. In: Callegari A, Dias RB, editores. Especialidade em foco beleza do sorriso. São Paulo: Napoleão; 2013. p. 66-114.

Brentel A, Özcan M, Valandro LF, Amaral R, Alarça LG, Bottino MA. Microtensile bond strength of a resin cement to feldspathic ceramic after different etching and silanization regimens in dry and aged conditions. *Dent Mater.* 2007;23(11):1323-31.

Burke FJT, Lucarotti PSK. Ten-year outcome of porcelain laminate veneers placed within the general dental services in England and Wales. *J Dent.* 2009;37(1):31-8.

Callegari-Jacques SM. *Bioestatística: princípios e aplicações.* Porto Alegre: Artmed; 2008.

Castelnuovo J, Anthony HLT, Phillips K, Nicholls JT, Kois JC. Fracture load and mode of failure of ceramic veneers with different preparation. *J Prosthet Dent.* 2000;83(2):171-80.

Chaiyabutr Y, Phillips KM, Ma PS, Chitswe K. Comparison of load-fatigue testing of ceramic veneers with two different preparation designs. *Int J Prosthodont.* 2009;22(6):573-75.

Chander NG, Padmanabhan TV. Finite element stress analysis of diastema closure with ceramic laminate veneers. *J Prosthodont.* 2009;18(7):577-81.

Choi YS, Kim SH, Lee JB, Han JS, Yeo IS. In vitro evaluation of fracture strength of zirconia restoration veneered with various ceramic materials. *J Adv Prosthodont.* 2012;4(3):162-69.

Çotert HS, Dundar M, Ozturk B. The effect of various preparations designs on the survival of porcelain laminate veneers. *J Adhes Dent.* 2009;11(5):405-11.

Chun YP, Raffelt C, Pfeiffer H, Bizhang M, Saul G, Blunck U, et al. Restoring strength of incisors with veneers and full ceramic crowns. *J Adhes Dent.* 2010;12(1):45-54.

D'arcangelo C, De Angelis F, Vadini M, Zazzeroni S, Ciampoli C, D'amario M. In vitro fracture resistance and deflection of pulpless teeth restored with fiber posts and prepared for veneers. *J Endod.* 2008;34(7):838-41.

D'arcangelo C, de Angelis F, Vadini M, D'Amario M, Caputi S. Fracture resistance and deflection of pulpless anterior teeth restored with composite or porcelain veneers. *J Endod.* 2010;36(1):153-6.

D'arcangelo C, De Angelis F, Vadini M, D'Amario M. Clinical evaluation on porcelain laminate veneers bonded with light-cured composite: results up to 7 years. *Clin Oral Invest*. 2012;16(4):1071-9.

Dietschi D, Romelli M, Goretti A. Adaptation of adhesive posts and cores to dentin after fatigue testing. *Int J Prosthodont*. 1997;10(6):498-507.

Ebadian B, Farzin M, Talebi S, Khodaeian N. Evaluation of stress distribution of implant-retained mandibular overdenture with different vertical restorative spaces: A finite element analysis. *Dent Res J*. 2012; 9(6):741-7.

Farah JW, Craig RG, Sikarskie DL. Photoelastic and finite element stress analysis of a restored axisymmetric first molar. *J Biomech*. 1973 Sep;6(5):511-20.

Farah JW, Clark AE, Ainpour PR. Elastomeric impression materials. *Oper Dent*. 1981;6(1):15-9.

Fradeani M, Redemagni M, Corrado M. Porcelain laminate veneers: 6-12 year clinical evaluation – a retrospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2005;25(1):9-17.

Granel-Ruiz M, Fons-Font A, Labaig-Rueda C, Martinez-Gonzalez A, Roman-Rodriguez JL, Solá-Ruiz MF. A clinical longitudinal study 323 porcelain laminate veneers. Period of study from 3 to 11 years. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2010;1(15):e531-7.

Gresnigt MM, Kalk W, Ozcan M. Randomized clinical trial of indirect resin composite and ceramic veneers up to 3 years follow-up. *J Adhes Dent*. 2013;15(2):181-90.

Guess PC, Stappert CFJ. Midterm results of a 5-year prospective clinical investigation of extended ceramic veneers. *Dent Mater*. 2008;24(6):804-13.

Harris EF, Hicks JD. A radiographic assessment of enamel thickness in human maxillary incisors. *Arch Oral Biol*. 1998;43(10):825-31.

Kato Y, Taira Y, Kato C, Suzuki M, Shinkai K. A case report of a 20-year clinical follow-up of porcelain laminate veneer restorations. *Oper Dent*. 2009;34(5):626-30.

Kelly JR, Rungruanganunt P, Hunter B, Vailati F. Development of a clinically validated bulk failure test for ceramic crowns. *J Prosthet Dent*. 2010;104(4):228-38.

Korioth TWP, Waldron TW, Versluis A, Schulte JK. Forces and moments generated at the dental incisors during forceful biting in humans. *J Biomech.* 1997;30(6):631-3.

Layton D, Walton T. An up to 16 year prospective study of 304 porcelain veneers. *Int J Prosthodont.* 2007;20(4):389-96.

Leite F, Özcan M, Valandro LF, Amaral R, Bottino MA, Kimpara ET. Effect of the etching duration and ultrasonic cleaning on microtensile bond strength between feldspathic ceramic and resin cement. *J Adhes Dent.* 2013;89(3):159-73.

Lin TM, Liu PR, Ramp, LC, Essig MR, Givan DA, Pan YH. Fracture resistance and marginal discrepancy of porcelain laminate veneers influenced by preparation design and restorative material in vitro. *J Dent.* 2012;40(3):202-9.

MacLaren EA, Lesage B. Feldspathic veneers: what are their indications?. *Compend Cont Dent.* 2011;32(3):44-9.

Magne P, Versluis A, Douglas WH. Rationalization of incisal shape: experimental numerical analysis. *J Prosthet Dent.* 1999a;81(3):345-55.

Magne P, Versluis A, Douglas WH. Effect of luting composite shrinkage and thermal loads on the stress distribution in porcelain laminate veneers. *J Prosthet Dent.* 1999b;81(3):335-44.

Magne P, Douglas WH. Design optimization and evolution of bonded ceramics for the anterior dentition: a finite-element analysis. *Quintessence Int.* 1999c;30(10):661-72.

Magne P, Perroud R, Hodges JS, Belser UC. Clinical performance of novel-design porcelain veneers for the recovery of coronal volume and length. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2000;20(5):440-57.

Magne P, Belser UC. Novel porcelain laminate preparation approach driven by a diagnostic mock-up. *J Esthet Restor Dent.* 2004;16(1):7-16.

May LG. Effect of the occlusal resin cement thickness and his bonding with a ceramic on the fracture resistance of CAD/CAM crowns: finite elemtn analysis and monotonic test [thesis]. São José dos Campos (SP): Institute of Science and Technology, UNESP – Univ Estadual Paulista; 2013.

Meijering AC, Creugers NHJ, Roeters FJM, Mulder J. Survival of three types of veneer restorations in a clinical trial: a 2-5 year interim evaluation. *J Dent.* 1998;26(7):563-8.

Montenegro R, Needleman I, Moles D, Tonetti M. Quality of RCTs in periodontology- a systematic review. *J Dent Res.* 2002;81(12):866-70.

Morin DL, Douglas WH, Cross M, De Long R. Biophysical stress analysis of restored teeth: experimental strain measurements. *Dent Mater.* 1988a;4(1):41-8.

Morin DL, Cross M, Voller VR, Douglas WH, De Long R. Biophysical stress analysis of restored teeth: Modeling and analysis. *Dent Mater.* 1988b;4(2):77-84.

Okeson JP. Tratamento das desordens temporomandibulares e oclusão. Elsevier: São Paulo; 2008.

Paphangkorakit J, Osborn JW. The effect of pressure on maximum incisal bite force in man. *Arch Oral Biology.* 1997;42(1):11-7.

Pegoretti A, Fambri L, Zappini G, Bianchetti M. Finite element analysis of a glass fibre reinforced composite endodontic post. *Biomaterials.* 2002;23(13):2667-82.

Peyton FA, Mahler DB, Hershenov B. Physical properties of dentin. *J Dent Res.* 1952;31(3):366-70.

Schmidt KK, Chiayabutr Y, Phillips KM, Kois JC. Influence of preparation design and existing condition of tooth structure on load to failure of ceramic laminate veneers. *J Prosthet Dent.* 2011;105(6):374-82.

Serra OD, Ferreira FV. *Dental Anatomy.* São Paulo: Artes Médicas; 1981.

Smales RJ, Etemadi S. Long-term survival of porcelain laminate veneers using two preparation designs: A retrospective study. *Int J Prosthodont.* 2004;17(3):323-26.

Soares JC, Pizi ECG, Fonseca RB, Martins LRM. Influence of root embedment material and periodontal ligament simulation on fracture resistance tests. *Braz Oral Res.* 2005;19(1):11-6.

Soares JC, Santana FR, Castro CG, Santos-Filho PCF, Soares V, Qianb F et al. Finite element analysis and Bond strength of a glass post to intraradicular dentin: comparison between microtensile and push-out tests. *Dent Mater.* 2008;24(10):1405-11.

Souza ROA. Influence of different sandblasting protocols on the flexural strength of a YTZP ceramic [thesis]. São José dos Campos (SP): Institute of Science and Technology, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2013.

Stappert CFJ, Ozden U, Gerds T, Strub JR. Longevity and failure load of ceramic veneers with different preparation designs after exposure to masticatory simulation. *J Prosthet dent.* 2005;94(2):132-9.

Svensson KG, Trulsson M. Impaired force control during food holding and biting in subjects with tooth or implant supported fixed prostheses. *J Clin Periodontol.* 2011;38(12):1137-46.

Toparli M, Aykul H, Sasaki S. Temperature and thermal stress analysis of a crowned maxillary second premolar tooth using three-dimensional finite element method. *J Oral Rehabil.* 2003;30(1):99-105.

Troedson M, Dérand T. Effect of margin design, cement polymerization, and angle of loading on stress in porcelain veneers. *J Prosthet Dent.* 1999;82(5):518-524.

Vanderlei A, Passos SP, Özcan M, Amaral R, Bottino MA, Valandro LF. Durability of adhesion between feldspathic ceramic and resin cements: effect adhesive resin, polymerization mode of resin cement and aging. *J Prosthodont.* 2013;22(3):196-202.

Versluis A, Messer HH, Pintado MR. Changes in compaction stress distributions in roots resulting from canal preparation. *Int Endod J.* 2006 Dec;39(12):931-9.

Wall JG, Reisbick MH, Johnston WM. Incisal-edge strength of porcelain laminate veneers restoring mandibular incisors. *Int J Prosthodont.* 1992;5(5):441-6.

Walton TR. A ten-year longitudinal study of fixed prosthodontics: 1. Protocol and patient profile. *Int J Prosthodont.* 1997;10(4):325-31.

Wiskott HWA, Nicholls JL, Belser UC. Stress fatigue: basic principles and prosthodontic implications. *Int J Prosthodont.* 1995;8(2):105-16.

Wright KW, Yettram AL. Reactive force distributions for teeth when loaded singly and when used as fixed partial denture abutments. *J Prosthet Dent.* 1979;42(4):411-6.

Yildirim M, Fischer H, Marx R, Edelhoff D. In vivo fracture resistance of implant-supported all-ceramic restorations. *J Prosth Dent.* 2003;90:325–31.

Zarone F, Apicella D, Sorrentino R, Ferro V, Aversa R, Apicella A. Influence of tooth preparation design on the stress distribution in maxillary central incisors restores by means of alumina porcelain veneers: A 3D-finite element analysis. *Dent Mater.* 2005;21(12):1178-88.

ANEXO A – Parecer consubstanciado do comite de ética em pesquisa

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE SÃO JOSÉ
DOS CAMPOS-UNESP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO, PELO TESTE DE FADIGA MECÂNICA E PELO MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS, DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DE INCISIVOS CENTRAIS E CANINOS SUPERIORES RESTAURADOS COM FACETAS CERÂMICAS VARIANDO O DESENHO DO PREPARO

Pesquisador: César Dalmolin Bergoli

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 11682913.0.0000.0077

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 283.028

Data da Relatoria: 14/05/2013

Apresentação do Projeto:

O objetivo deste estudo é avaliar, pelo teste de fadiga mecânica e pelo método de elementos finitos, o comportamento de incisivos centrais e caninos superiores restaurados com facetas cerâmicas variando o desenho do preparo. Trinta incisivos centrais superiores e trinta caninos superiores (N=60) serão selecionados para o estudo. Os espécimes serão embutidos até 3 mm da junção cimento esmalte com resina acrílica e o ligamento periodontal será simulado usando um material a base de poliéster. Após essa etapa os espécimes serão randomizados em quatro grupos (n=15) de acordo com o design do preparo: Gr1- Incisivo central com preparo conservador; Gr2- Incisivo central com preparo convencional com chanfro palatino; Gr3- Canino com preparo conservador; Gr4 - Canino com preparo convencional com chanfro palatino. Os espécimes serão preparados, moldados e troquéis a base de gesso pedra tipo IV serão obtidos. Sobre os troquéis serão confeccionadas as restaurações cerâmicas (IPS.emax. Press, Ivoclar Vivadent, Schaan). As facetas serão cimentadas adesivamente (uso de

Endereço: Av.Engº Francisco José Longo 777

Bairro: Jardim São Dimas

CEP: 12.245-000

UF: SP

Município: SAO JOSE DOS CAMPOS

Telefone: (12-)3947-9078

Fax: (12-)3947-9010

E-mail: ceph@fosjc.unesp.br

Continuação do Parecer: 283.028

sistema adesivo dentinário, e tratamento da superfície cerâmica). Os espécimes serão submetidos à fadiga mecânica (45°, 37°C, 150 N, 4 Hz) até a ocorrência de falha catastrófica (decimentação, fratura dental ou fratura da cerâmica). Modelos idênticos aos utilizados no teste laboratorial serão simulados tridimensionalmente (Rhinoceros® 4.0) e o comportamento mecânico será avaliado (Ansys®) através dos valores de Von Mises e Tensão Máxima Principal. Os dados dos números de ciclos para a falha dos espécimes serão submetidos a análise estatística paramétrica ($p=0.05$) e serão utilizados para a análise pelo teste de λ weibull λ .

A correção de defeitos estéticos dentários na região anterior da maxila e mandíbula sempre foi um desafio para a Odontologia restauradora. Por muitos anos a indicação de preparos para coroas totais foi a técnica restauradora mais indicada para a correção desses defeitos cosméticos¹, no entanto essa técnica é invasiva, gerando grande perda de estrutura dental, podendo levar a consequências negativas do ponto de vista mecânico e biológico. A característica de mínima invasibilidade gerada pelos preparos para facetas dentárias tem tornado essa técnica cada vez mais indicada, uma vez que a Odontologia atual tem intensificado sua busca por procedimentos conservadores². Trabalhos têm mostrado que essa técnica tem sido utilizada com sucesso para correção de mal posicionamento dentário, manchamentos, pequenas fraturas dentais, fechamento de diastema, etc., indicações que melhoram as condições estéticas dos pacientes^{2,3,4,5}. De acordo com a classificação proposta por Bottino et al² (2009) existem cinco desenhos de preparos para facetas cerâmicas, diferindo-se entre si basicamente pela extensão do preparo. A utilização de cada uma das técnicas de preparo pode depender de alguns fatores relacionados a quantidade de tecido dental remanescente, presença de restaurações prévias, comprimento da coroa clínica e presença de tratamento endodôntico^{6,7}. No entanto, o que é visto clinicamente é que o desenho do preparo para a confecção da faceta cerâmica passa por uma escolha pessoal do operador, sem o embasamento de conceitos científicos. Estudos laboratoriais avaliando a influência dos desenhos dos preparos existentes sobre algumas

Endereço: Av. Engº Francisco José Longo 777
Bairro: Jardim São Dimas CEP: 12.245-000
UF: SP Município: SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
Telefone: (12-)3947-9078 Fax: (12-)3947-9010 E-mail: ceph@fosjc.unesp.br

Continuação do Parecer: 263.028

propriedades mecânicas dos dentes restaurados com
facetas cerâmicas têm sido realizados^{6,7,8,9,10,11,12}. Stappert et al¹² (2005) submeteram dentes
restaurados com facetas cerâmicas, variando o
desenho do preparo, ao teste de ciclagem mecânica e ao teste de resistência à fratura. Os autores não
encontraram diferença entre os grupos
restaurados com diferentes desenho de preparado e o grupo controle (dentes íntegros) para ambos os
testes. Chun et al⁸ (2010) verificaram que
dentes restaurados com facetas cerâmicas, com término em esmalte, apresentaram valores de resistência à
fratura similares a dentes naturais
íntegros e superiores a dentes restaurados com coroas total com término em esmalte. Seguindo a mesma
linha D_z arcangelo et al⁶ (2010) também
avaliaram a resistência à fratura de dentes restaurados com diferentes materiais, e observaram que dentes
restaurados com facetas cerâmicas
apresentaram valores de resistência à fratura superiores ao grupo controle (dentes íntegros sem
restauração) e similares aos grupos restaurados
com facetas de resina composta. Schmidt et al⁷ (2011) além de avaliarem a influência de dois desenhos
dos preparos (com chanfro palatino e sem
chanfro palatino), sobre dentes com (abrasionados) e sem desgaste incisal (sem abrasão). Os autores
encontraram maiores valores de resistência à
fratura para os dentes preparados com chanfro palatino e sem desgaste incisal. Além da existência de
estudos ζ in vitro ζ , alguns estudos clínicos
foram realizados para avaliar o comportamento a longo prazo de dentes restaurados com facetas cerâmicas
variando o ζ design ζ do
preparo^{1,12,13,14,15,16,17}. Smales et al¹⁷ (2004) realizaram um estudo retrospectivo avaliando a taxa de
sobrevivência de 110 facetas cerâmicas
confeccionadas com dois tipos de preparo (46 com recobrimento incisal e 64 sem recobrimento incisal),
após um período que variou entre 4-7 anos
em boca. Os autores observaram que os dentes restaurados com facetas sem recobrimento incisal
apresentaram probabilidade de sobrevivência
inferior (85%) aos dentes restaurados com facetas com recobrimento incisal (95.8%), após intervalos entre
5, 6 e 7 anos. No entanto a diferença não
foi estatisticamente significativa. Guess et al¹³ (2008) também acompanharam por um período de cinco
anos o comportamento de dentes

Endereço: Av. Engº Francisco José Longo 777
Bairro: Jardim São Dimas CEP: 12.245-000
UF: SP Município: SAO JOSE DOS CAMPOS
Telefone: (12-)3047-9078 Fax: (12-)3047-9010 E-mail: ceph@fosjc.unesp.br

Continuação do Parecer: 283.028

restaurados com facetas cerâmicas, variando o desenho do preparo. Os autores não encontraram diferença significativa referente a taxa de sobrevivência para os diferentes preparos. No entanto, o preparo mais invasivo apresentou maior descoloração marginal do que o preparo mais conservador. Granel-Ruiz et al14 (2010) avaliaram 323 dentes restaurados com facetas cerâmicas, utilizando dois desenhos de preparo, durante um período que variou entre 3 e 11 anos de acompanhamento. Os autores encontraram melhor taxa de sobrevivência para o preparo mais conservador.

Nesse estudo, as principais causas de falhas foram devido a decimentação e fratura das facetas.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar, através do teste de fadiga mecânica, da análise de λ weibull λ e da avaliação pelo método de elementos finitos, o comportamento de dentes humanos restaurados com facetas cerâmicas variando os desenhos de preparo

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não existem riscos pois os dentes a serem utilizados serão obtidos por doação. Sendo que os dentes foram extraídos após consentimento dos

pacientes. Benefícios:

Os futuros resultados e conclusões do presente estudo pretendem gerar um conceito sobre o tratamento dos dentes anteriores com o uso de facetas cerâmicas. Esse conceito servirá para guiar o cirurgião dentista na escolha do melhor desenho de preparo para seu paciente, visando menores riscos ao mesmo.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Todas as considerações pendentes foram sanadas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foi modificado.

Recomendações:

Sem qualquer nova recomendação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem qualquer nova recomendação.

Situação do Parecer:

Aprovado

Endereço: Av. Eng^o Francisco José Longo 777
Bairro: Jardim São Dimas CEP: 12.245-000
UF: SP Município: SAO JOSE DOS CAMPOS
Telefone: (12-)3947-9078 Fax: (12-)3947-9010 E-mail: ceph@fosjc.unesp.br

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE SÃO JOSÉ
DOS CAMPOS-UNESP



Continuação do Parecer: 283.028

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

O Colegiado acata o parecer da relatora

SAO JOSE DOS CAMPOS, 24 de Maio de 2013

Assinador por:
JANETE DIAS ALMEIDA
(Coordenador)

Endereço: Av. Engº Francisco José Longo 777
Bairro: Jardim São Dimas CEP: 12.245-000
UF: SP Município: SAO JOSE DOS CAMPOS
Telefone: (12-)3947-9078 Fax: (12-)3947-9010 E-mail: ceph@fosjc.unesp.br

Max $\sigma^1 = 378$
MPa