

# RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE NICHOS EM RESINA COMPOSTA COM TÉCNICA DIRETA E INDIRETA

## SHEAR BOND STRENGTH OF COMPOSITE RESIN REST SEATS WITH THE DIRECT AND INDIRECT TECHNIQUES

### Alexandra Ramiro Camacho Rodrigues

Especialista em Prótese Dentária, Estagiária da disciplina de Prótese Parcial Removível da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal Fluminense (FOUFF)

### Fernanda Nunes Souza

MSc, Especialista em Prótese Dentária Profa. Substituta da disciplina de Oclusão – UFF

### Cresus Vinicius Depes de Gouvêa

Professor Doutor Livre Docente Diretor FOUFF

### Juan Manuel Pardal

DSc, Professor Adjunto, lotado TEM/TCE

### Sérgio Souto Maior Tavares

DSc, Professor Adjunto, lotado TEM/TCE

### Cristina Costa Almeida

DSc, Professora Adjunta da disciplina de Prótese Parcial Removível FOUFF. Laboratório de Biotecnologia Aplicada (LABA) UFF Laboratório de Metalografia e Tratamentos Térmicos (LABMETT) pertencente ao Depto de Engenharia Mecânica (TEM) da Escola de Engenharia (TCE) da (UFF).

Recebido em 13/02/2012

Aceito em 12/07/2012

## RESUMO

A utilização de caninos inferiores, como pilares de Prótese parcial removível (PPR), requer a modificação no contorno dental por acréscimo. O objetivo deste estudo foi determinar a tensão máxima para deslocar nichos em resina composta (RC), confeccionados pela técnica direta e indireta. Foram selecionados 21 caninos inferiores, humanos, hígidos do banco de dentes da Faculdade de Odontologia da UFF, e, em seguida, limpos e asperizados na região do cingulo. Etiquetas adesivas com perfuração de 6 mm de diâmetro foram fixadas na região asperizada, delimitando a área de trabalho. Os dentes foram separados aleatoriamente em três grupos, segundo a técnica de aplicação da RC. Nos grupos I e II, foi utilizada técnica direta, à mão livre e com auxílio de matriz de poliéster, respectivamente. No grupo III, foi utilizada técnica indireta. O preparo dos descansos foi realizado com broca diamantada e polido com pontas de borracha. As amostras foram submetidas a termociclagem e ensaio de cisalhamento. Foi realizada, ainda, inspeção visual a olho nu e através de estereomicroscópio (20x), para determinar o tipo de fratura dos corpos de prova. O teste de Tukey ao nível de significância = 0,01 não indicou a existência de diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,01$ ) entre os grupos I e II, entretanto, quando comparados com o grupo III, a diferença foi estatisticamente significativa. As imagens obtidas no estereomicroscópio demonstraram que, em 100% das amostras dos grupos I e III e em 70% do grupo II, as fraturas ocorreram no corpo da resina.

**Palavras-chave:** Nichos – Prótese parcial removível – Resina composta – Força máxima.

## ABSTRACT

The utilization of lower canines, as a pillar in Removable partial denture (PPR), requires a modification by increasing the dental contour. The aim of this study was to determinate the maximum strenght to unstick rest seats in composite resin (CR) made by direct and indirect techniques. It was selected 21 healthy human lower canines from the Tooth Bank of the Dentistry School of Universidade Federal Fluminense FOUFF, then cleaned and sprayed on the cingulum area. Adhesive labels with a perforation of 6 mm of diameter were fixed on the sprayed area, delimiting the area of work. The tooth was randomly separate in three groups according to the technique application of the CR. In group I and II were used the direct technique, with freehand and the aid of the polyester matrix, respectively. In group III, was used the indirect technique. The rest preparation was realized with diamond bur and polished with rubber points. The samples were subjected to thermocycling and shear test. It were still realized, visual inspection through the naked eye with a stereomicroscope (20X) to determinate the fractures type of the specimens. Tuckey's test with a significance of  $\mu = 0,01$  did not indicate the existence of statistically significant difference ( $p > 0,01$ ) between the groups I and II, however when compared with the group III the difference were statistically significant. The images obtained in the stereomicroscope demonstrated that in 100% of the samples of the groups I and III, and in 70% of the group II the fractures occurred on the resin's body.

**Key words:** Rest seat. Denture partial dental. Composite resin

## INTRODUÇÃO

O apoio é considerado um componente dos retentores extracoronários cuja principal função é assegurar que as cargas exercidas sobre os dentes artificiais, durante a função mastigatória, sejam transmitidas aos dentes pilares de maneira adequada, dirigindo as forças que incidem durante a mastigação paralelamente ao longo eixo dos dentes pilares. (TODESCAN *et al.*, 1996)

A instalação de apoios em suportes anteriores de Prótese Parcial Removível (PPR) deve se localizar preferencialmente no cingulo, sempre que as condições anatômicas o permitirem, já que a resultante de forças transmitidas aos dentes são tão maiores quanto maior for o braço de alavanca formado entre o ponto de aplicação desta (apoio) e o ponto de resistência (fulcro osso alveolar). A possibilidade técnica para diminuição do braço de alavanca ocorre por meio da colocação de apoios, o mais cervical possível. (KLIEMAN, C.; OLIVEIRA, W., 1999)

Nos dentes caninos superiores, os nichos podem ser confeccionados diretamente sobre o esmalte hígido do cingulo, entretanto, nos caninos inferiores, a colocação de apoios não é satisfatória devido à pouca espessura de esmalte. Segundo Jones & Goodacre (1992), a espessura média de esmalte na região do cingulo pode variar de 0,5 a 1,5 mm. Em contrapartida, a espessura ideal para o apoio confeccionado em cingulo é de 2,5 a 3 mm de comprimento mesio-distal; 2 mm de largura vestibulo-lingual e 1,5 mm de profundidade incisivo-cervical. Sendo assim, a possibilidade de exposição dentinária é grande, o que pode provocar

sensibilidade, propiciar a instalação de lesão cariiosa e também colocar em risco a vitalidade pulpar desses dentes devido à proximidade do preparo com a câmara pulpar. (KLIEMAN, C.; OLIVEIRA, W., 1999).

Como alternativa têm sido utilizados apoios incisais em dentes inferiores, mas eles não oferecem uma boa estética e, frequentemente, interferem nos dentes antagonistas, que se apresentam mal localizados quando da transmissão de cargas axiais ao dente pilar (LATTA, JUNIOR, 1988).

Técnicas mais invasivas, como a utilização de próteses adesivas com nicho metálico fundido ou de coroas fresadas, têm sido indicadas para alteração da anatomia lingual. Entretanto, essas alternativas de tratamento exigem a remoção de grande quantidade de estrutura dental para a sua execução, além dos custos (PENNA, P.P., 2002).

Com a evolução da odontologia adesiva, constantes pesquisas vêm sendo desenvolvidas com o objetivo de aprimorar os materiais restauradores e as técnicas de restaurações, objetivando a preservação das estruturas dentárias (COSTA *et al.*, 1998; PENNA, P.P., 2002; LOPES, J.F.S., 2003; MELO, T.R.N.B., 2006; ALMEIDA & MOTHÉ, 2009; MELO, M.A.V.; MOYSÉS, M.R.; SANTOS, S.G.; ALCÂNTARA, C.E.P.; RIBEIRO, J.C.R., 2011; TIJEN, PAMIR; ECE, ÉDEN; SHENAY, SEBAHTIN AHMED, 2012).

Nichos em resina composta (RC) têm sido utilizados como uma alternativa, com vantagens na confecção de nichos com resina composta, mínimo preparo dental, pouco tempo dispendido e custo baixo.

Segundo Kliemann, C. e Oliveira, W. (1999), a técnica possibilita modificar a localização do cingulo, posicionando-o mais apicalmente, em suportes com periodonto reduzido, diminuindo, desta forma, o braço de alavanca.

Nagayassu, Murakami e Nogueira Junior *et al.* (2005) observaram clinicamente uma maior adaptação da armação metálica no preparo para apoios em cingulo, quando este recebia um acréscimo de resina composta.

Os nichos são submetidos, constantemente às forças mastigatórias, provenientes do apoio oclusal, o que poderia comprometer a resistência de união ao esmalte ou do próprio material de confecção do nicho, no caso, a resina composta. Para investigar esse aspecto, foi utilizado um ensaio de cisalhamento, com o objetivo de determinar a tensão máxima para deslocar nichos em RC confeccionados pelas técnicas direta e indireta.

## MATERIAL E MÉTODO

Um total de 21 caninos inferiores humanos hígidos provenientes do banco de dentes da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal Fluminense – FOUFF, mantidos em solução de timol a 1%, foram lavados com água corrente e higienizados com curetas (SSWHITE Artigos dentários, LTDA, Rio de Janeiro, Brasil). Em seguida, procedeu-se à profilaxia com pasta de pedra pomes (Vigodent S.A. Indústria e Comércio, Rio de Janeiro – RJ, Brasil) e escova do tipo *Robinson* com cerdas planas (KG *Sorensen*, Indústria e comércio LTDA, Barueri - SP, Brasil).

Os dentes foram secos com papel absorvente e incluídos em resina acrílica de poliéster industrial (Fibramix Com. e Representações Ltda, Brasil), para tal procedimento, um fio de nylon de 1,2mm de espessura foi fixado na extremidade incisal dos dentes com éster de cianocrilato (Henkel Loctite Adesivos Ltda, Itapeví, Brasil) e a outra extremidade do fio foi presa em um dispositivo confeccionado para esse propósito, composto de duas colunas de madeira fixadas verticalmente em uma base plana que sustentaram uma haste metálica, rosqueada em cada extremidade das colunas, de modo a impedir a movimentação lateral do fio e garantir o paralelismo com as colunas verticais.

Os dentes assim dispostos foram posicionadas verticalmente no centro de um cilindro de PVC (Tigre, Osasco, SP, Brasil) de 25 mm de diâmetro x 20 mm de altura. O cilindro foi preliminarmente fixado sobre uma placa de vidro recoberta com papel dupla face (ALLTAPE, Caruaru, PE, Brasil). A resina foi diluída em monômero para permitir sua maior fluidez e não

influenciar no posicionamento do dente. Padronizou-se que a resina deveria cobrir toda a raiz até a linha amelocementária observada pela face lingual de cada dente. As amostras foram mantidas em estufa a 37°C por 24 horas até a cura total da resina.

A face lingual dos dentes (fossa e cingulo) foi levemente asperizada com broca diamantada esférica 1012 (KG *Sorensen*, Indústria e comércio LTDA, Barueri, SP, Brasil) e os corpos de prova foram separados aleatoriamente em três grupos (n=7) para posterior confecção do nicho. Utilizou-se a técnica direta de confecção dos nichos nos grupos I e II, sendo que, no grupo I, a resina foi aplicada à mão livre e, no grupo II, com auxílio de uma matriz de poliéster. No grupo III, os nichos foram confeccionados em resina composta indireta e cimentados.

A superfície lingual (cingulo e fossa) dos dentes dos grupos I e II foi submetida ao condicionamento, utilizando-se ácido fosfórico na concentração de 37% (Biodinâmica, Ibiporã, SP, Brasil), por 15 segundos, sendo removido com água corrente, por 10 segundos. Após suave secagem, a área foi delimitada com etiquetas adesivas perfuradas com 6,0 mm de diâmetro. O agente adesivo (*Prime & Bond, Dentisplay*, Brasil) foi aplicado sobre a superfície delimitada e fotopolimerizado por 20 segundos com auxílio de um aparelho de *Led*, potência de 500 mW/cm<sup>2</sup>, luz de comprimento de onda na faixa entre 450 e 480 nm (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil). Na Tabela 1, estão apresentados os materiais poliméricos utilizados neste estudo.

Marca/ Fabricante	Matriz polimérica	Partículas de carga	% carga em peso
<i>Four Seasons</i> , Ivoclar Vivadent	BIS-GMA, UDMA	Ba-Al, trifluoreto de Itérbio, SiO <sub>2</sub>	73
	TEGDMA	Híbrida	
<i>Signum</i> , <i>Heraeus Kulzer</i>	BIS-GMA, UDMA	SiO <sub>2</sub> nanoparticulado, silicato de Ba-Al-B esmalte	61
	TEGDMA		
<i>Prime &amp; Bond 2.1</i>	Resinas dimetacrilato elastoméricas, PENTA, fotoiniciadores, hidrofluoreto de cetilamina, acetona	X	0

Tabela 1 – Apresentação dos materiais poliméricos utilizados no estudo.

Fonte: ALMEIDA & MOTHÉ, 2009; FRANCO, L.L.2005

No grupo I, a resina composta microhíbrida *Four Seasons* (Ivoclar Vivadent) foi inserida sobre a área de cingulo com uma espátula (*SSWhite Suprafill*) em dois incrementos de 2 mm e fotopolimerizada, segundo orientação do fabricante, 20 segundos por incremento. No grupo II, a inserção da mesma resina composta foi realizada com uma espátula (*Suprafill*) em dois incrementos conformados com o auxílio de matriz de poliéster e de um calcador Espatulado *Suprafill* n.º6 (*SSWhite Suprafill*, Brasil), seguida da polimerização por 20 segundos por incremento.

Os dentes do grupo III foram numerados, moldados com uma silicona de condensação *PERFIL* (Vigodent SA, Rio de Janeiro – RJ, Brasil) para obtenção de modelos em gesso tipo IV *Herostone* (Vigodent SA, Rio de Janeiro - RJ - Brasil). Os modelos de gesso foram isolados com *Cel-Lac* (*SSWhite*), os nichos, esculpidos em resina composta nanoparticulada indireta *Signum Esmalte* (*Heraus Kulzer*) e polimerizados, de acordo com as orientações do fabricante.

O procedimento de cimentação seguiu a sequência clínica de cimentação adesiva. Inicialmente, os fragmentos de resina indireta foram provados no respectivo corpo de prova observando-se a adaptação e feitos os ajustes, e, se necessário, seguidos do jateamento com óxido de alumínio (*Microetcher-Danville*) na superfície de cimentação. Aplicou-se ácido fosfórico a 37% (*Biodinâmica*, Ibioporã, SP, Brasil), por 5 segundos, na face interna do fragmento. Foi, então, aplicado sistema adesivo (*Prime & Bond*, *Dentisplay*, Brasil), removendo-se o excesso do adesivo com jato de ar, seguido de polimerização por 20 segundos na região cervical e mais 20 segundos, por incisal.

Em seguida, a sequência de passos adotada nos grupos I e II foi mantida, desde a delimitação com etiquetas adesivas perfuradas ao tratamento da superfície dos dentes. Passou-se à cimentação do fragmento com cimento resinoso *Rely X TM ARC* (3M ESPE- 3M Brasil), manipulado de acordo com as orientações do fabricante e posicionado sobre a peça, com suave compressão manual, remoção de excessos e fotopolimerizado por 20 segundos na porção cervical e mais 20 segundos, na incisal. Todos os corpos de prova foram mantidos em água destilada no período entre o preparo dos descansos e o ensaio de cisalhamento.

O preparo dos descansos em todos os grupos foi realizado com a broca diamantada 1151(KG *Sorensen*, Indústria e comércio LTDA, Barueri, SP, Brasil) com as seguintes dimensões: 3mm de comprimento (mésio–distal), 2mm de largura (axial) e 1mm de profundidade. Procurou-se adotar um formato mais triangular ao preparo para diminuir a área de contato da resina com o instrumento utilizado na máquina

de ensaios mecânicos. Seguiu – se o polimento do preparo com pontas de borracha *Enhance* (*Dentsplay*, Petrópolis, RJ, Brasil).

As amostras foram submetidas a 600 ciclos de ciclagem térmica em água destilada, variando a temperatura de 5 a 55°C em intervalos de 1 minuto, no termociclador (Marconi, Piracicaba, SP, Brasil) O ensaio de cisalhamento foi realizado na máquina de ensaios mecânicos *Kratos* (MOD. K5002), com velocidade de 0,5 ml/min e célula de carga compressiva de 100 Kgf até a fratura dos corpos de prova. Ambos os ensaios foram realizados no Laboratório de Biotecnologia Aplicada – LABA, da Faculdade de Odontologia da UFF.

Para qualificar o tipo de fratura, foram obtidas imagens da superfície lingual dos dentes submetidos ao ensaio de cisalhamento em um estereomicroscópio Binocular (*Tecnival, ShanghaiDway*, China), instalado no Laboratório de Metalografia e Tratamentos Térmicos (LABMETT), pertencente ao Departamento de Engenharia Mecânica (TEM) da Escola de Engenharia (TCE) da UFF, sob a responsabilidade do Professor Doutor Sergio Souto Maior Tavares. Utilizaram-se, como critério, as normas da ASTM D1002 e D907-89, referentes às juntas adesivadas para qualificar o tipo de fratura. Os dados foram tabulados e submetidos à análise estatística.

## RESULTADOS

Neste estudo, 21 caninos inferiores humanos tiveram o cingulo modificado com resina composta pelas técnicas direta e indireta, com o objetivo de determinar a tensão máxima para o seu deslocamento. Na tabela 2 mostra a tensão máxima, valores médios e o desvio padrão (DP) obtido para os grupos I, II e III, confeccionados à mão livre, com matriz de poliéster e cimentados, respectivamente.

Amostras	Grupo I Mpa	Grupo II Mpa	Grupo III Mpa
1	4,3	6,2	20,83
2	8,58	4	48,78
3	5,72	7,1	75,26
4	7,93	5,79	67,71
5	6,2	6,29	62,61
6	5,08	9,85	25,39
7	4,34	7,49	34,19
Valores Médios	5,72	6,29	47,82
DP	1,56	1,66	21,55

Tabela 2 – Resultados dos ensaios de cisalhamento: tensão máxima por grupo .

O teste de Tukey, ao nível de significância = 0,01, indicou existência de diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,01$ ) entre os valores absolutos médios dos grupos I e III além do II e III, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os grupos I e II. O grupo III apresentou os maiores valores.

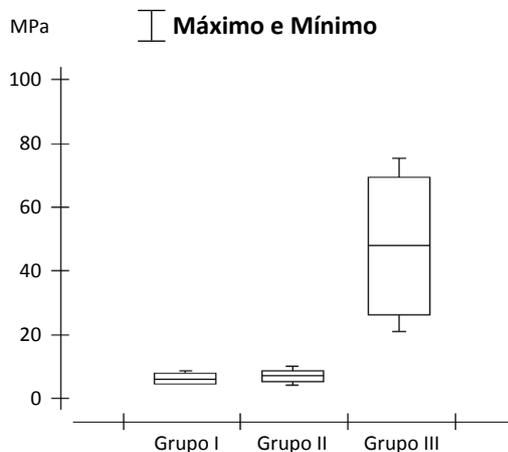


Gráfico 1 – Comparação dos valores médios, máximo e mínimo de tensão entre os grupos.

O comportamento dos nichos em resina composta submetidos ao ensaio de cisalhamento está delineado pelas curvas de tensão-deformação (Figuras 1a e 1b) fornecidas pela máquina de ensaio mecânica. O aspecto das curvas é compatível com a de um polímero frágil, mostrando que ele fratura, enquanto se deforma elasticamente. Nesses casos, a tensão máxima é igual à tensão de ruptura, ou seja, o material é rígido e não se deforma plasticamente, como ocorre com materiais dúcteis antes da fratura. A curva apresentada na Figura 1a representa uma amostra do grupo I, enquanto que a Figura 1b pertence ao grupo III. Elas exemplificam algumas diferenças encontradas entre os grupos.

No primeiro caso, ligeiros deslocamentos são observados ao longo da curva, sugerindo a ocorrência de trincas no material antes da ruptura. A curva da Figura 1b, além de apresentar valor superior de tensão máxima suportada pelo nicho, não mostra esses escorregamentos.

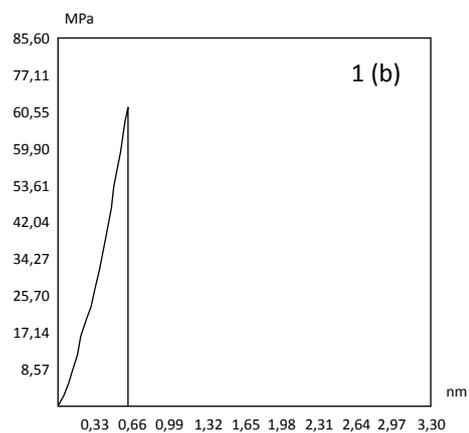
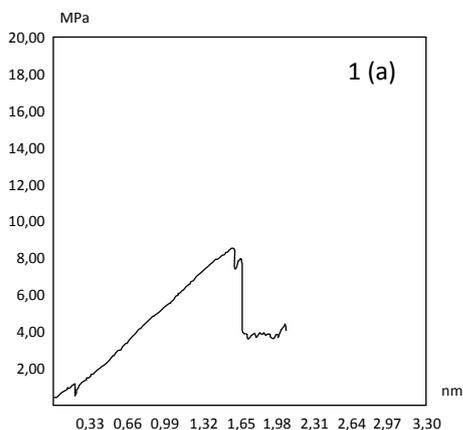


Figura 1 – Curvas de tensão-deformação de amostras de nichos confeccionados à mão livre (a) e pela técnica indireta (b).

As imagens obtidas em estereomicroscópio das faces dos dentes submetidos ao ensaio de cisalhamento, mostraram o aspecto das falhas (Figuras 1 a e 1b).

Das 21 imagens avaliadas, 18 apresentaram fratura no corpo do nicho, ou seja, na resina composta. Nas três amostras restantes (14,29%), a fratura ocorreu tanto no corpo da resina como na interface (resina/dente). Sua ocorrência se deu apenas nos nichos confeccionados pela técnica direta à mão livre (grupo I). Assim, as fraturas ocorreram, preferencialmente (85,71%), no corpo do aderente, ou seja, no corpo da resina composta. Os valores encontrados de resistência ao cisalhamento referem-se à resistência das ligações.

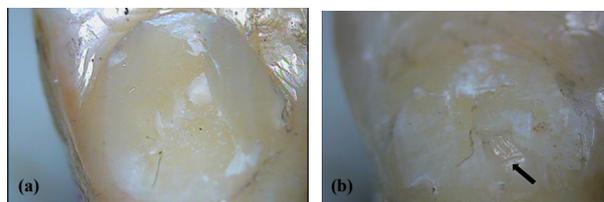


Figura 2- Imagens da superfície fraturada: no corpo da resina composta (a) e mista, de interface (seta) e corpo (b).

## DISCUSSÃO

No presente estudo, caninos inferiores hígidos tiveram a superfície lingual modificada por resina composta na forma de nichos de PPR e as amostras foram submetidas a um ensaio de cisalhamento, com o objetivo de avaliar a tensão máxima necessária para deslocamento dos nichos. O recontornamento de cingulo é indicado para compensar a dificuldade anatômica presente nos dentes anteriores inferiores e alguns superiores por apresentarem a superfície lingual, em sua grande maioria, bastante plana e com reduzida espessura de esmalte (LATA JUNIOR, 1988; JONES & GOODACRE, 1992; PENNA, P. P., 2002). Tal procedimento clínico foi bastante discutido na literatura, através da proposição de inúmeras técnicas de confecção (PENNA, P. P., 2002), sendo as resinas compostas, atualmente, o material de eleição (KLIEMANN C., OLIVEIRA W., 1999).

## FALHA MECÂNICA

Um dos possíveis problemas decorrentes do aumento de contorno do cingulo com resina composta é a possibilidade de haver uma falha devido ao uso rotineiro da prótese. Analisando-se o tipo de falha mecânica encontrada no presente estudo, observa-se que a ocorrência de fratura no corpo da resina composta atingiu 85,71% dos casos. A morfologia das fraturas analisadas por estereomicroscópio (20x) evidenciou que a resistência do adesivo não constituiu problema preponderante, uma vez que, em apenas 3 situações (n=21), houve fraturas na interface dente/resina composta do nicho. O que também afirma Lopes, J.F.S. (2003).

Remetendo às definições da ASTM D1002 e D907-89 referentes às juntas adesivadas, encontra-se: adesivo é uma substância capaz de manter unidos elementos pelo contato das superfícies; aderente é o elemento unido a outro elemento por adesivo; substrato é a camada mais superficial do elemento, que, caso seja aplicado o adesivo, possibilita sua junção a outro elemento; *primer* é a cobertura previamente aplicada ao substrato do aderente, a fim de garantir melhor aderência do adesivo.

Segundo, ainda, a ASTM, junta adesivada é o conjunto de elementos unidos pelo adesivo e adesão é o fenômeno que possibilita ao adesivo transferir uma carga do substrato para a junta adesivada. As falhas em uma junta adesivada são identificadas como: falha coesiva, quando uma falha que ocorre por rompimento no interior do filme de adesivo, o que pode ser observado, quando existem resíduos de adesivo nas duas faces dos substratos. A falha adesiva ocorre entre o substrato e o adesivo, ou seja, o adesivo é visível na sua totalidade em apenas um dos lados do substrato, não deixando vestígios aparentes no outro substrato. Esta falha pode ser real ou aparente, pois é comum ocorrer uma falha de coesão muito próxima de um dos substratos. Autores, como Lopes, J.F.S., (2003) relataram que existem grandes dificuldades em se avaliar o tipo de fratura, sem a utilização de microscopia eletrônica por varredura (MEV).

Entretanto, Costa *et al.* (1998); Penna, P.P. (2002); Lopes JFS (2003); Melo Mav; Moisés M.R.; Santos, S.G., Alcântara, C.E.P., Ribeiro, J.C.R. (2011) utilizaram o seguinte critério para qualificar os tipos de fratura:

1- Falhas adesivas que ocorrem na interface dente/resina; 2- Falhas coesivas que ocorrem dentro da restauração de resina e 3- Falha mista adesiva e coesiva. Tijen Pamir, ECE Pamir *et al* (2012) afirmam ainda que as falhas adesivas são caracterizadas por terem menos de 25% de resina composta remanescente na interface da adesão, já as falhas coesivas são caracterizadas ao apresentarem quantidade maior ou igual a 75% de resina remanescente na interface da adesão

e falha mista caracterizadas ao conterem de 25% a 75% de resina composta remanescente na interface da adesão.

Os estudos citados não se enquadram, portanto, na classificação da ASTM D907-89, já que consideram falha coesiva aquela na RC e falha adesiva na interface aderente ou adesivo, entretanto corroboram estudos como o de O' Braien, W.J.(1981) e Phillips, R.W. (1993).

Assim posto, as falhas ocorridas no presente trabalho se enquadram na classificação de fratura simples que decorre da separação de um corpo em dois ou mais pedaços em resposta a uma tensão aplicada que pode ser de tração, compressão, cisalhamento ou torcional. Associada ao processo de fratura, está a formação de trincas na região onde existe uma concentração localizada de tensões. Durante a fratura, as ligações químicas (covalentes) na estrutura em rede ou de ligações cruzadas são rompidas. (Calister, 2002). Considerando que o tipo de fratura apresentado no atual ensaio, ocorreu no corpo do aderente, ou seja na RC. Os valores encontrados de resistência ao cisalhamento estão relacionados com a resistência das ligações.

Esse resultado sugere que a técnica adesiva utilizada no presente estudo é mais eficiente na manutenção da estabilidade da PPR do que a RC utilizada para o preparo do nicho.

## RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DA RC

Os valores médios de resistência ao cisalhamento, expressos em tensão máxima nas curvas de tensão-deformação, foram de 5,72 Mpa para o grupo I, 6,29 Mpa para o grupo II e 47,82 Mpa para o grupo III. Os valores entre os grupos I e II não apresentaram diferenças estatisticamente significante, entretanto, foi significativa entre esses e o grupo III. Esse resultado demonstra que o uso de matriz, apesar de apresentar maiores médias numéricas, não influenciou significativamente nos valores de tensão máxima.

O grupo III apresentou valores superiores de tensão máxima e também um alto valor de desvio padrão. Entretanto, caso se considere apenas o menor valor do grupo III, ainda é maior do que o dobro do valor máximo dos grupos I e II. Já Penna P. P. (2002) encontrou valores de resistência ao cisalhamento de 15,79 Mpa em cilindros, confeccionados em resina composta z-100 construídos pela técnica incremental e 11,82 MPa, confeccionados em Art glass e cimentados com cimento resinoso 3M, relatando, portanto, menores valores na técnica indireta, entretanto, a forma do corpo de prova e o tempo de aplicação do ácido fosfórico a 37% (1 minuto) pode ter influenciado nos resultados.

Tijen Pamir, E.C.E. Éden, Shenay Sebahtin Ahmed (2012) ao avaliarem a resistência ao cisalhamento de diferentes técnicas restauradoras (Grupo 2: Fragmentos dos elementos recimentados com resina composta *Flow Filltek Flowable Supreme XT*, Grupo 3: restauração com resina composta universal *Filtek Z 250* e Grupo 4: tiras de fibra de vidro pré-impregnadas, tendo dentes hígidos como controle Grupo 1) de fraturas, envolvendo esmalte e dentina em 40 incisivos permanentes, concluíram que não houve diferença estatística entre os três grupos experimentais e o grupo restaurado com resina composta apresentou média de  $20.24 \pm 9.64$  MPa.

Melo, T.R.N.B. (2006) avaliou 48 dentes incisivos bovinos (4 grupos com  $n=12$ ) promoveu limpeza seguida de lixamento no centro geométrico do dente; inclusão da coroa em resina autopolimerizável e lixada até a exposição do esmalte desejada. No Grupo 1, *Single bond* Valor máximo: 9,74 MPa e mínimo, 4,07 MPa. Grupo 2 *prime e bond* Valor máximo: 10,44 MPa e mínimo, 4,78 MPa. Grupo 3 *magic bond* Valor máximo: 8,32 MPa e mínimo, 4,42 MPa. Grupo 4 *master bond* Valor máximo: 8,50 MPa e mínimo, 3,54 MPa.

Toth *et al.* (1986) avaliaram a capacidade de nichos, preparados em resina composta, confeccionados na face lingual de dentes anteriores, de suportarem forças oclusais desenvolvidas, normalmente, na cavidade oral. Segundo estes autores, 12 Kg (117 N) seriam a força mínima que um nicho deveria suportar antes de sofrer ruptura. Os resultados demonstraram que os nichos suportavam uma carga média de 23,46 MPa.

#### CURVAS DE TENSÃO-DEFORMAÇÃO

As curvas de tensão-deformação apresentadas nas Figuras 1a e 1b são de polímeros com comportamento frágil, entretanto, na primeira, há fratura enquanto o material se deforma elasticamente, e, na figura 1b, a tensão máxima é igual à tensão de ruptura, ou seja, o material é mais rígido e não se deforma elasticamente. A diferença no comportamento destas duas amostras sugere que o processo de cura sofrido pelas mesmas pode ter influenciado este resultado. Nos grupos I e II, a polimerização se deu com Led 20s por incremento, enquanto, no grupo III, indireto, por luz xenonestroboscópica com comprimento de onda de 320-365nm por 180s e feito em apenas um incremento.

Almeida & Mothé (2009) estudaram e caracterizaram compósitos fotossensíveis comerciais. Foram analisados quatro compósitos de uso indireto e dois, de uso direto, nas cores de esmalte e dentina, não-curados e curados. A estabilidade térmica foi avaliada por termogravimetria (TG) e termogravimetria derivada (DTG). O processo de cura foi estudado por análise

térmica diferencial (DTA) e calorimetria exploratória diferencial (DSC). A estrutura polimérica foi analisada por espectroscopia de absorção na região do infravermelho de Fourier (FTIR) e a morfologia das superfícies dos compósitos odontológicos curados foi observada por microscopia eletrônica de varredura (SEM).

Os compósitos indiretos mostraram maior estabilidade térmica. A superioridade da cura em laboratórios, quando comparados a polímeros curados por luz de Led deve-se à maior taxa de conversão de monômeros em polímeros nos laboratórios, em detrimento da cura direta na cavidade oral em que limites de temperatura e tempo são fundamentais para a sobrevivência dos tecidos bucais.

Dall'Magro *et al.* (2010), utilizando o teste *push-out*, estudou a resistência adesiva da resina composta Z250 (3M/ESPE) fotoativada com o fotopolimerizador XL2500 (3M/ESPE) com diferentes protocolos: início suave (150 mW/cm<sup>2</sup> por 2 s (S2), 3 s (S3), 5 s (S5), 10 s (S10) ou 15 s (S15), seguido de 700 mW/cm<sup>2</sup> for 15 s pulso-intervalo (150 mW/cm<sup>2</sup> por 2 s (P2), 3 s (P3), 5 s (P5), 10 s (P10) ou 15 s (P15), com um intervalo de 1-min, seguido de 700 mW/cm<sup>2</sup> por 15 s. Após armazenamento a 37° C  $\pm 1$  for 24 h  $\pm 1$ , os corpos de prova foram polidos e submetidos ao teste com célula de carga de 500N com velocidade de 0,5mm/min. Não houve diferenças estatisticamente significantes ( $p>0,05$ ) no grupo fotopolimerizados com o modo início suave, enquanto que, no modo pulso-intervalo, o corpo de prova P5 apresentou maior resistência adesiva ( $p<0,05$ ). Os grupos fotoativados com método pulsatório (exceto os corpos de prova P2 e P15) mostraram resistência adesiva significativamente maior que os fotoativados com o modo início suave. Os autores concluíram que o método de fotoativação inicial influenciou a cura da resina avaliada, com melhores resultados obtidos, utilizando o método pulso-intervalo com 5 s no primeiro ciclo de fotoativação.

As variações nos valores médios e no desenho das curvas de tensão deformação podem estar associadas à composição polimérica, à porcentagem de carga presente, ao processo de cura dos polímeros dentre outras. A resina composta para a técnica direta é microhíbrida, enquanto que a utilizada na técnica indireta é de micropartículas; além disso, a porcentagem de carga presente nesses compósitos é significativamente diferente: 73% em peso na *Four Season* e 61% em peso na *Signum* (ALMEIDA & MOTHÉ, 2009).

Quanto à composição dos materiais utilizados no presente estudo, optou-se por priorizar as diferenças entre técnicas e não entre materiais utilizados. As diferenças entre os compósitos utilizados nas técnicas à mão livre e com matriz e o compósito indireto são encontradas na Tabela 1.

Os resultados do presente estudo sugerem que a técnica de confecção de nichos por acréscimo de resina composta é apropriada para as reabilitações de pacientes com prótese parcial removível, obtendo-se valores adicionais de resistência em nichos cimentados à estrutura dental.

## CONCLUSÕES

Com base na metodologia aplicada, conclui-se que:

- quanto à utilização da técnica direta, o uso de matriz, apesar de apresentar maiores médias numéricas, não influenciou nos valores de tensão máxima;
- a utilização da técnica indireta apresentou valores significativamente superiores de tensão para ruptura que os demais grupos e
- quanto ao tipo de fratura, o grupo da técnica direta à mão livre demonstrou o maior percentual de falha em nível de adesivo (30%), enquanto, nos grupos II e III, 100 % das fraturas apresentaram-se no corpo da resina composta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, C.C.; Mothé, C.G. **Materiais poliméricos restauradores utilizados na Odontologia, com ênfase em caracterização de compósitos**. UFRJ/Rio de Janeiro: [s.n.], 2009.
- Calister JR, W.D. **Ciência e engenharia dos materiais**. LTC. 5a ed. Rio de Janeiro, p.339, 2002.
- Costa, B.; Galvan, R.; Mutarelli, P.S.; Navarro, H.; Oliveira, Map. **Descanso sobre cingulo de resina composta aplicada em esmalte e dentina**. *Rev Assoc Paul CirDent*1998; 52 (1): 29-33.
- Dall’magro, E.; Correr, A.B.; Costa, A.R.; Correr G.M.; Consaini, R.L.X.; Correrobrinho, L.; Sinhoreti, M.A.C. **Effect of different photoactivation techniques on the bond strength of a dental composite**. *Braz Dent J*(2010) 21(3): 220-224.
- Franco, L.L. **Avaliação da resistência à flexão, dureza e grau de conversão de compósitos para a técnica indireta em função da cor**. Tese. USP. São Paulo. 2005.
- Jones, R.M.; Goodacre, C.J.; Brown, D.T.; Munoz, C.A.; Rake. **Dentin exposure and decay incidence when removable partial denture rest seats are prepared in tooth structure**. *Int J Prosthodont*. 1992 may/ june; 5(3):227-36.
- Kliemann, Cláudio; Oliveira, Wagner de. **Manual de prótese parcial removível**. São Paulo: Santos, 265p. 1999.
- Latta Junior, G. H. **A technique for preparation of lingual rest seats in lighthcured composite**. *J. Prosthet. Dent.*, Saint Louis, v. 60, p.127-129, 1988.
- Lopes, J.F.S. **Resistência de união e limite de fadiga de nichos confeccionados em resina composta e cimentos à base de ionômero de vidro – UNESP. Araraquara** :[s.n.], 2003.
- Melo,T.R.N.B.; Maia, Ama; Cavalcanti A.L.; Nascimento, A.B.L., Valença, A.M.G. **Avaliação da resistência ao cisalhamento de adesivos monocomponentes em dentes bovinos Odontologia**. *Clín.-Cientif.*, Recife, 5 (4): 275-280, out/dez., 2006.
- Melo, M.A.V.; Moysés, M.R.; Santos, S.G.; Alcântara, C.E.P.; Ribeiro, J.C.R. **Effects of different surface treatments and accelerated artificial aging on the bond strength of composite resin repairs** *Braz Oral Res*. 2011 nov/dec;25(6):485-91. Nagayassu, M.P.; Murakami, J.T.; Nogueira Junior, L.; Pavanelli, C.A.; Uemura, E.S. **Avaliação clínica da adaptação de apoios em cingulo para prótese parcial removível**. *CiencOdontol Bras* 2005 jul./set.; 8 (3): 22-28.
- O’Brien, W.J.; Ryge, G. **Materiais dentários**. Rio de Janeiro: Interamericana, 382p. 1981.
- Penna, Priscila Pitta; Gil, Carlos; Uemura, Eduardo Shigueyuki; Huhtala, Maria Filomena Rocha Lima. **Resistência ao cisalhamento de dois materiais para recontornamento de cingulo**. *RPG Rev Pós Grad*, v.9. n.2, p.116-122, abr./jun. 2002.
- Phillips, R.W. **Materiais dentários de Skinner**. 8 ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986. 467p. Cap. Resinas Restauradoras, p.155-177.
- “Standard Terminology of Adhesives”, D 907-89, Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials, 1989 IN APUD [Mendes CNRP, contribuição ao desenvolvimento de projeto de carrocerias automotivas utilizando adesivo estrutural para junção de chapas metálicas São Paulo, 2005].
- “Standard Test Method for Strength Properties of Adhesives in Shear by Tension Loading (Metal to Metal)”, D 1002 – 72 (reapproved 1983), Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials, 1983.
- Tijen, Pamir; Ece, Eden; Shenay, Sebahtin Ahmed. **Shear bond strength of restorations applied to un-complicated crown fractures: an in vitro study**. *Dental Traumatology* 2012; 28: 153–157; doi: 10.1111/j.1600-9657.2011.01063.x
- Todescan, R. et al. **Apoios e descansos ou nichos**. In: Todescan, R. et al. Atlas de Prótese Parcial Removível. São Paulo: Editora Santos, 1996, p. 87-95.
- Toth, R.W. et al. **Shear strenght of lingual rest seats prepared in bonded composite**. *J. Prosthet. Dent.*, Saint Louis, v. 56, n. 1, p.99- 104, july 1986.