

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
Faculdade de Odontologia
Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)

**Avaliação das propriedades funcionais de restaurações
em dentes tratados endodonticamente: ensaio
laboratorial**

Relatório Final

Apresentado à Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo, como requisito da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso e para graduação no curso de Odontologia da Universidade de Passo Fundo.

Aluno – Andrei Bortoluzzi

Orientador – Profa. Dra. Juliane Bervian

Passo Fundo, Novembro de 2022

Sumário

1. TÍTULO	3
2. EQUIPE EXECUTORA	3
2.1. Aluno	3
2.2. Orientador	3
2.3. Co-orientador	3
3. RESUMO	3
4. PROBLEMA DE PESQUISA	4
5. JUSTIFICATIVA	4
6. REVISÃO DE LITERATURA	5
6.1 Cárie Dentária	5
6.2 Dentes com Tratamento Endodôntico	6
6.3 Restaurações	7
6.4 Resinas Bulk Fill	8
6.5 Avaliação FDI	9
7. OBJETIVOS	9
7.1. Objetivos gerais	10
7.2. Objetivos específicos	10
8. MATERIAIS E MÉTODOS	10
8.1 Preparo endodôntico	12
8.2 Simulação do ligamento periodontal	13
8.3 Procedimento restaurador dos dentes	14
8.4 Testes Mecânico e Avaliação FDI	16
9. RESULTADOS	18
10. DISCUSSÃO	20
11. CONCLUSÃO	22
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
13. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO ALUNO	26
14. ANEXOS	27

RELATÓRIO FINAL

1. TÍTULO

Avaliação das propriedades funcionais de restaurações em dentes tratados endodonticamente: ensaio laboratorial

2. EQUIPE EXECUTORA

2.1. Aluno

Nome: Andrei Bortoluzzi

Matrícula: 174865

2.2. Orientador

Nome: Profa. Dra. Juliane Bervian

Matrícula: 5688

2.3. Co-orientador

Este projeto é parte de uma defesa de mestrado elaborado por um grupo de pesquisa, sendo eles: Mestrando Mateus W. P. Lopes; Prof. Dr. Kauê Farias Collares; Profa. Dra. Márcia Borba.

3. RESUMO

O objetivo deste estudo é comparar propriedades funcionais de restaurações diretas de resinas bulk fill e de resinas compostas convencionais em dentes tratados endodonticamente. Foram selecionados 72 pré-molares humanos hígidos, os quais foram separados em 6 grupos experimentais com n=12 em cada grupo. Em seguida foram confeccionadas cavidades classe II (MOD), dentre as amostras, metade tiveram 1/3 da cúspide palatina removida e realizou-se o tratamento endodôntico em todas as amostras. As amostras foram restauradas com 3 diferentes técnicas: incremental com resina Filtek Z350XT, combinada com resina Filtek Bulk Fill Flowable + Filtek Z350XT e incremento único com Filtek One Bulk Fill Restorative, totalizando os 6 grupos experimentais, três com 1/3 da cúspide palatina removida e três com a mesma cúspide hígida. As amostras foram submetidas a teste de fadiga em uma cicladora mecânica pneumática com carga de 80 N por 1 milhão de ciclos e as restaurações

avaliadas através de critérios da FDI- World Dental Federation a cada 250 mil ciclos. Os escores FDI foram analisados com teste exato de Fischer ($p < 0.05$). As diferentes técnicas restauradoras apresentaram desempenho similar na análise dos critérios FDI, porém levando em consideração elementos com maior perda de estrutura dental, a técnica Bulk Fill apresentou maior confiabilidade. As resinas Bulk Fill podem ser utilizadas em situações de perda de estrutura coronária extensa com benefícios e desempenho adequado.

Palavras-chave: Restauração Dentária Permanente, Resinas Compostas, Endodontia, Dentística Operatória.

4. PROBLEMA DE PESQUISA

Restauração de dentes tratados endodonticamente podem se apresentar como um desafio aos cirurgiões dentistas, devido a sua grande perda de estrutura coronária. Existe um grande número de protocolos, técnicas e materiais odontológicos para realizar as reabilitações orais, cada um com sua devida indicação. Porém, um dos materiais de primeira escolha para restaurações de dentes gravemente danificados é a Resina Composta Convencional (RCC). Sendo uma solução prática e versátil para restaurar, além de possuir boa qualidade estética e propriedades mecânicas já reconhecidas na literatura (Rosa Rodolpho et al., 2011; Rodrigues et al., 2020).

Contudo, as RCC ainda apresentam desvantagens como contração de polimerização, que pode resultar em forças de estresse na ligação entre dente-restauração, podendo gerar desadaptação marginal e fraturas, além do protocolo clínico ser longo e de múltiplos passos, devido a técnica incremental (Caneppele e Bresciani, 2016). A técnica incremental, em dentes amplamente destruídos, demanda um grande tempo clínico de trabalho fazendo com que o tempo de atendimento seja prolongado. Por isso as Resinas Bulk Fill (RBF) foram implementadas no mercado, pois ela nos permite a utilização de incrementos maiores, diminuindo o tempo do operador, e isso com uma menor taxa de contração de polimerização (Chambra *et al.* 2017; Reis e Loguercio, 2021). Essa nova resina, que dispensa a técnica incremental, possui características adequadas quando avaliada com critérios validados? Qual das duas possui melhores propriedades funcionais em dentes tratados endodonticamente?

5. JUSTIFICATIVA

A resina Bulk Fill foi criada para superar as limitações das RCC, principalmente relacionadas a contração de polimerização. Além de possuir menor grau de contração, as resinas Bulk Fill podem ser utilizadas em incrementos de 4mm a 5mm, deixando de lado a técnica incremental, assim reduzindo o tempo clínico das restaurações (Caneppele e Bresciani, 2016). Os dentes com tratamento endodôntico, geralmente, possuem grande perda de estrutura dental, com isso este material pode apresentar um resultado promissor em comparação as técnicas convencionais devido as baixas tensões geradas pela restauração com Bulk Fill, que possivelmente diminuiriam as chances de grandes fraturas, além da técnica simplificada que diminui as chances de erros do operador (Rodrigues *et al.*, 2020).

Apesar disso, a literatura ainda é insuficiente para avaliar o comportamento mecânico das resinas Bulk Fill em dentes com grande perda de estrutura dentária. Os estudos que fazem comparativos de resistência, desgaste e adaptação marginal mostram resultados variados ora sendo desfavoráveis as RCC, ora sendo favoráveis as resinas Bulk Fill. Com isso, se faz necessário um estudo que avalie o comportamento das restaurações com Bulk Fill, seguindo critérios validados para este fim, como os critérios World Dental Federation- FDI (Hickel *et al.*, 2010).

6. REVISÃO DE LITERATURA

6.1 Cárie Dentária

Na rotina clínica é muito comum nos depararmos com situações de dentes amplamente destruídos. Dentre as inúmeras causas se destacam as lesões cariosas, sendo uma das doenças infecciosas mais prevalentes (Lima, 2019). O desenvolvimento da doença depende de alguns fatores como a presença de microorganismos, dieta do paciente, hábitos de higiene, composição salivar entre outras, o que caracteriza a cárie como uma doença multifatorial. Na cavidade oral, possui um processo de desmineralização e remineralização (DESxRE) que ocorre inúmeras vezes ao longo do dia e enquanto existe o equilíbrio deste processo a doença cárie não progride (Harris, 2009; Lira, 2012).

A lesão de cárie tem início quando existe a presença de bactérias específicas no meio bucal que são expostas à carboidratos (principalmente a sacarose), que quando metabolizados passam a produzir ácidos que diminuem o pH bucal, dando início ao processo de desmineralização dental, e enquanto não houver a elevação deste pH o

processo de remineralização ficará deficiente, ocorrendo um desequilíbrio no processo DESxRE e assim ocorrendo a progressão da lesão e por fim a formação de cavidades nas estruturas dentais (Harris, 2009; Cury, 2010).

Com a formação de cavidades e, conseqüentemente, com a progressão da doença os tecidos dentários vão se deteriorando atingindo as estruturas internas do dente como a dentina e, finalmente, a polpa dental. Com esse estímulo agressor o tecido pulpar inflama fazendo com que, eventualmente, ocorra uma necrose do mesmo (Frazão *et al.*, 2003; Gupta *et al.*, 2009). Neste momento recorremos ao tratamento endodôntico, onde a polpa dental é removida e este canal obturado. Com a destruição dental causada pela lesão de cárie e a intervenção endodôntica existe a necessidade de fazer preparos cavitários invasivos para possibilitar o tratamento e com isso acaba-se por fragilizar o remanescente e assim deixando o elemento mais susceptível a fraturas, como demonstram os estudos realizados por Laske *et al.*, 2016, Sáry *et al.*, 2019 e Wierichs *et al.*, 2020.

6.2 Dentes com Tratamento Endodôntico

Grande parte dos tratamentos endodônticos realizados são devido a lesões de cáries profundas, que com a destruição da coroa comprometem a saúde pulpar do elemento. Quando é feito o preparo químico-mecânico ocorre um grande enfraquecimento nas paredes radiculares do dente (com todo o processo de limagem executado), somado ao desgaste da estrutura coronária durante o acesso para o tratamento (Zelic *et al.*, 2015; Sadaf, 2020). Além disso, os dentes com tratamento endodôntico estão sujeitos a sofrer sobrecargas da força oclusal, como demonstrado no estudo de Rodrigues, *et al.* (2020) há um aumento de 260% na força de mordida após o tratamento endodôntico, além da distribuição de carga se concentrar na porção radicular em vez da coronária, assim, aumentando as chances de ocorrer fraturas na raiz do elemento. Porém, após a realização da restauração, as tensões voltaram a ser distribuídas uniformemente.

O tratamento restaurador deve ser realizado o mais breve possível, para poder melhorar as condições funcionais e o prognóstico do dente, evitando problemas mais complexos futuramente. Com a RBF temos a possibilidade de restaurarmos os elementos de uma maneira imediata e rápida, devolvendo a forma, função e estética para o paciente. Além disso, este material promete possuir menor contração de polimerização, menor deflexão de cúspide e melhor adaptação marginal, juntamente a

simplificação da técnica, fazendo com que a RBF seja uma possível melhor escolha para o tratamento restaurador (Souza, 2007; Rodrigues *et al.*, 2020; Scarparo, 2021).

6.3 Restaurações

Dentre os materiais disponíveis na odontologia, a resina composta é o mais utilizado para restaurações dentais, tanto nos elementos posteriores como em anteriores, ainda mais com a evolução dos sistemas adesivos e da cariologia que leva a práticas muito menos invasivas (Banerjee *et al.*, 2020). Além de possuir uma boa estabilidade de cor, tornando a escolha da resina composta mais favorável para reabilitação estética (Hebling e Trentin, 2013).

As restaurações diretas em resina composta são as mais empregadas na odontologia, sendo uma forma fácil, rápida, menos invasiva e mais barata para o paciente que necessita de reabilitação oral. Porém, as RCC apresentam propriedades que precisam ser melhoradas, como a contração de polimerização, que pode resultar em forças de estresse na interface do remanescente dental e a restauração. Devido a isso, muitas vezes podemos fazer uso de outros protocolos e materiais (Caneppele e Bresciani, 2016; Charamba, 2017).

As restaurações indiretas são realizadas fora da cavidade bucal, a partir de uma moldagem, podendo ser em resina composta ou em cerâmicas como o díssilicato de lítio. As peças são confeccionadas em laboratório, pelo próprio cirurgião dentista ou por um protético, e posteriormente cimentadas com cimentos resinosos. Assim, tendo a vantagem de reabilitar os dentes melhorando sua resistência e deixando a contração de polimerização restrita apenas à linha de cimentação. Entretanto, essa é uma técnica mais invasiva que leva a ser feito um desgaste na estrutura dental sadia, além de ser mais cara e requerer um maior número de consultas (Mohammadi *et al.*, 2009; Zarrati e Mahboub, 2010).

Apesar das restaurações em cerâmica apresentarem estabilidade de cor e melhores propriedades mecânicas, as RCC são o padrão ouro dos materiais restauradores diretos, por conta do seu baixo custo, versatilidade e por dispensar preparos invasivos. Estudos apontam que a taxa anual de falha das RCC é baixa, variando de 1% e 3%, mostrando um bom desempenho clínico (Demarco *et al.*, 2012; Hebling e Trentin, 2013). Desse modo, pesquisadores têm buscado desenvolver novos materiais resinosos que possam melhorar ainda mais as características dos compósitos resinoso, diminuindo a contração de polimerização, facilitando o emprego da técnica e

diminuindo o tempo clínico, porém sem deixar de lado as propriedades mecânicas e estéticas.

6.4 Resinas Bulk Fill

Com o passar do tempo, diversos métodos foram sendo inventados para diminuir o grau de contração que as RCC possuem, como a técnica incremental. Porém, quando as forças de adesão são menores que as de contração há a formação de fendas que desencadeiam uma série de problemas de adesão e resistência (Caneppele e Bresciani, 2016). Contudo, com o uso desta técnica, o processo restaurador se torna demorado e sensível, por possuir muitos passos clínicos. Por esse motivo as resinas *Bulk Fill* foram desenvolvidas e inseridas no mercado.

Essas resinas possuem propriedades que as favorecem em relação as RCC como, por exemplo, o baixo grau de contração de polimerização mesmo quando aplicadas em incrementos de 4 a 5 mm, muito superiores do que os de 2mm que é o preconizado na técnica incremental. Assim consegue-se diminuir o tempo clínico das restaurações, por utilizar menos incrementos e, conseqüentemente, a chance de erros do operador (Caneppele e Bresciani, 2016; Charamba, 2017; Bastianini et. al., 2020; Reis e Louguercio, 2021). Contudo, revisões sistemáticas e meta-análises a respeito das RBF retratam a discordância que existe sobre o desempenho deste novo material e mostram que, em testes laboratoriais, o desempenho é similar ou até mesmo superior as RCC em questão de propriedades mecânicas (Boaro et al., 2019; Veloso *et al.*, 2019).

As RBF podem ser classificadas de acordo a sua consistência: fluida (flow) ou regular (viscosa). As resinas fluidas possuem menor quantidade de carga inorgânica, o que as torna menos viscosas e mais utilizadas em cavidade profundas, já que a sua aplicação é dada por uma seringa e apresenta uma boa adaptação as paredes da cavidade. Porém, com a diminuição da carga a RBF fluida possui menor resistência mecânica e ao desgaste, por isso é indicado que se use uma camada de 2 mm de RCC na região oclusal que fique em contato com o antagonista (Ende *et al.*, 2017; Scarparo, 2021). Já as resinas regulares possuem uma maior quantidade de carga, o que a torna mais viscosa e conseqüentemente mais resistente ao desgaste não necessitando da camada de RCC final. Entretanto, seu uso não é muito prático em cavidades estreitas, por serem aplicadas da mesma forma que as RCC, com espátulas (Scarparo, 2021)

Existem alguns fatores que podem garantir que as RBF tenham um menor grau de polimerização: modificação do tamanho das partículas de carga, formulação do

material, módulo de elasticidade, componentes capazes de interagir com os fotoiniciadores, mas isso varia de cada fabricante do material (Charamba *et al.*, 2017; Vicenzi e Benetti, 2018). O principal fator que pode ser citado para ter uma baixa contração é a translucidez e o tipo de fotoiniciador usado na composição do material.

Aumentando o tamanho das partículas e diminuindo a quantidade de carga resulta em uma menor distribuição de luz que conseqüentemente acaba aumentando a capacidade de penetração da luz, que irá reduzir o tempo de fotoativação. E com o uso de outros fotoiniciadores, como por exemplo a Ivocerin junto com a canforoquinona, irá gerar mais radicais livres que deixará de forma mais leve e controlada a alta conversão monomérica. Está composição monomérica junto com os moduladores de fotoativação, também, auxiliam na diminuição da contração (Caneppele e Bresciani, 2016; Vicenzi e Benetti, 2018)

6.5 Avaliação FDI

A FDI é uma federação dentária internacional, que tem como objetivo promover as melhores práticas em ciência e educação em saúde bucal, compartilhando conhecimento em cuidados preventivos, diagnóstico e tratamento. A FDI elaborou critérios que são utilizados nas avaliações de materiais restauradores, levando em consideração as propriedades estéticas (brilho superficial, manchamento e anatomia), funcionais (fratura, adaptação marginal, desgaste, ponto de contato, exame radiográfico, visão do paciente) e biológicas (sensibilidade pós-operatória e vitalidade dentária, recorrência de cárie, resposta periodontal, mucosa adjacente, saúde bucal em geral) (Hickel *et al.*, 2010).

Cada propriedade é classificada em 5 categorias: clinicamente excelente, clinicamente boa (após polimento fica excelente), clinicamente suficiente/satisfatória, clinicamente insatisfatória (mas reparável) ou deficiente (necessita de substituição) (Hickel *et al.*, 2010). A escolha de utilizar os critérios FDI, se justifica por ser uma ferramenta de excelência em estudos *in vivo* por possuir propriedades passíveis de serem replicadas em ambiente laboratorial como a “integridade dental”, “fratura da restauração” e “adaptação marginal”. Além de ser um método que permite uma padronização na avaliação e oferece bons parâmetros de sucesso ou falha (Loguercio *et al.*, 2019).

7. OBJETIVOS

7.1. Objetivos gerais

Este estudo tem como objetivo comparar propriedades funcionais de restaurações realizadas com Bulk Fill e resina composta convencional em dentes tratados endodonticamente.

7.2. Objetivos específicos

Avaliar as propriedades funcionais das restaurações com Bulk Fill em relação a fratura, a adaptação marginal e a integridade do remanescente dental.

Avaliar as propriedades funcionais das restaurações com RCC em relação a fratura, a adaptação marginal e a integridade do remanescente dental

Comparar os desfechos das restaurações em Bulk Fill e RCC.

8. MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente o projeto foi enviado ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade de Passo Fundo (UPF) (Anexo 1). Realizou-se a seleção de 72 pré-molares humanos hígidos, sem cáries, sem reabsorções ou trincas visíveis no Biobanco de dentes da Faculdade de Odontologia da UPF. Qualquer resquício de cálculo ou tecido mole encontrado sobre o dente foi removido com auxílio de uma cureta periodontal (Figura 1A).

Mensurou-se o tamanho dos dentes com um paquímetro digital para garantir a padronização. No estudo incluímos dentes com as seguintes dimensões: 8,47 mm a 10,59 mm no sentido bucolingual e 6,38 mm à 8,19 mm no sentido mesiodistal (Figura 1B) (Atalay *et al.*, 2016). Os dentes foram armazenados em água destilada e divididos aleatoriamente em 6 grupos experimentais, denominados: I, dente com cavidade MOD restaurado com RCC na técnica incremental; C, dente com cavidade MOD restaurado com RBF na técnica combinada; B, dente com cavidade MOD restaurado com RBF na técnica de incremento único; Ic, dente com cavidade MOD e remoção de 1/3 da cúspide lingual restaurado com RCC e técnica incremental; Cc, dente com cavidade MOD e remoção de 1/3 da cúspide lingual restaurado com RBF na técnica combinada; Bc, dente com cavidade MOD e remoção de 1/3 da cúspide lingual restaurado com RBF em incremento único (Tabela 1). Os materiais restauradores utilizados estão descritos na Tabela 2.

Nos 72 elementos dentais, as cavidades classe II MOD, confeccionadas por um único operador com pontas diamantadas #2214 (KG Sorensen, Cotia, SP, Brazil) em

uma caneta de alta rotação refrigerada (Kavo, Joinville, SC, Brazil) acoplada a um dispositivo que permite padronização das cavidades (Figura 1C). A cada 10 dentes as pontas sendo substituídas para poder garantir um alto poder de desgaste. Possuíram as seguintes dimensões: caixa proximal à 1mm da junção amelo-cementária com 2mm no sentido mesio-distal, largura de 3,5mm no sentido vestibulo-lingual (2mm para lingual e 1,5mm para vestibular); a caixa oclusal terá 4mm de profundidade a partir da ponta da cúspide vestibular e a largura também será 3,5mm no sentido buco-lingual (Martins *et al.*, 2020). As dimensões da cavidade estão descritas na Figura 2 (Martins *et al.*, 2020). Nos 36 dentes referentes aos grupos Ic, Cc e Bc a cúspide lingual terá 1/3 da sua altura removida após o preparo da cavidade (Figura 2B).

Tabela 1: Divisão dos grupos experimentais, n=12

Grupos	Tratamentos
I	Cavidade MOD restaurada com resina composta na técnica incremental (Filtek Z350XT)
C	Cavidade MOD restaurada com resina bulk fill na técnica de cobertura oclusal (Filtek Bulk Fill Flowable Restorative + Filtek Z350XT)
B	Cavidade MOD restaurada com resina bulk fill na técnica de incremento único (Filtek One Bulk Fill Restorative)
Ic	Cavidade MOD com remoção de 1/3 da cúspide lingual restaurada com resina composta na técnica incremental (Filtek Z350XT)
Cc	Cavidade MOD com remoção de 1/3 da cúspide lingual restaurada com resina bulk fill na técnica de cobertura oclusal (Filtek Bulk Fill Flowable Restorative + Filtek Z350XT)
Bc	Cavidade MOD com remoção de 1/3 da cúspide lingual restaurada com resina bulk fill na técnica de incremento único (Filtek One Bulk Fill Restorative)

Tabela 2: Descrição dos materiais restauradores utilizados

Material	Tipo	Fabricante/Lote	Composição
Filtek Z350XT	Resina Composta	3M, St. Paul, MN, EUA	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, and bis-EMA, sílica e zircônia.
Filtek Bulk Fill Flowable Restorative	Resina Bulk Fill Flow	3M, St. Paul, MN, EUA	Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA, zircônia, sílica
Filtek One Bulk Fill Restorative	Resina Bulk Fill	3M ESPE, St Paul, MN, EUA.	Partículas inorgânicas, Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, resinas procriláticas, trifluoreto de ytterbium, zircônia e sílica

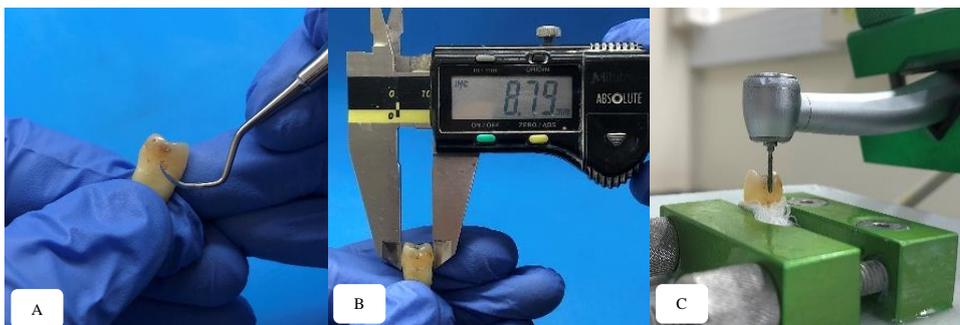


Figura 1 – (A) remoção de restos de tecido periodontal; (B) padronização do tamanho da coroa dos dentes selecionados; (C) confecção das cavidades MOD com auxílio de dispositivo que permite padronização das dimensões da cavidade.

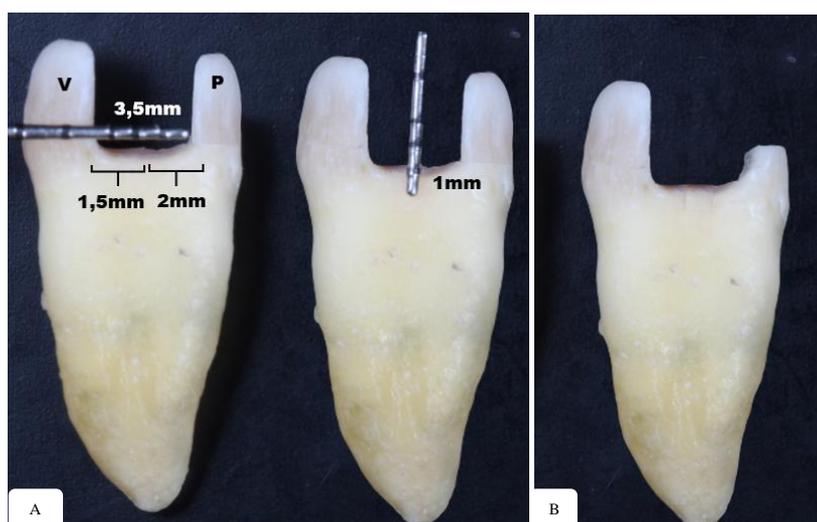


Figura 2 – (A) as medidas das cavidades MOD foram as seguintes: distância V-P de 3,5mm sendo 1,5mm para vestibular e 2mm para palatina partindo do centro da superfície oclusal. A margem cervical foi confeccionada 1mm acima da junção amelo-cementária; (B) amostra após remoção de 1/3 da cúspide lingual

8.1 Preparo endodôntico

Depois dos preparos cavitários, os acessos endodônticos padrão foram realizados com uma ponta diamantada #1012 (KG Sorensen, Cotia, Brasil) em alta rotação refrigerada e também com broca Endo Z (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), dando forma e contorno ao acesso e removendo a polpa coronária com auxílio de uma cureta (Figura 3A). Depois do acesso, é feito o preparo cervical com o uso das brocas TripleGates (Helse). Após, realizou-se instrumentação com lima Reciproc R40 (VDW, Munique, Baviera, Alemanha), acionadas com o motor endodôntico X- Smart Plus (Dentsply) onde o torque e a velocidade já estão pré-programados no motor, ao nível do forame apical no seu comprimento de trabalho (CT) (Figura 3B). O soro fisiológico foi a solução irrigante utilizada e a clorexidina gel 2% a substância química auxiliar (Figura 3C). A seguir da instrumentação, efetuou-se a remoção da smear layer com a utilização

de EDTA 17% por 1 min com agitação com lentulo e em seguida secagem dos canais com os cones de papéis absorvíveis. Logo após, a obturação dos dentes que é realizada com cones de guta-percha e cimento endodôntico AH Plus (Dentsply, Konstanz, Alemanha) pela técnica da condensação lateral ativa, 1 mm aquém do comprimento de trabalho (Figura 3D). Por fim foi feito o corte dos cones 3 mm abaixo da entrada dos canais radiculares, selamento da entrada dos canais com cotosol e posterior armazenagem em estufa por 24 horas a 37°C e 100% de umidade para permitir total a presa do material, sendo removido o cotosol previamente a restauração.

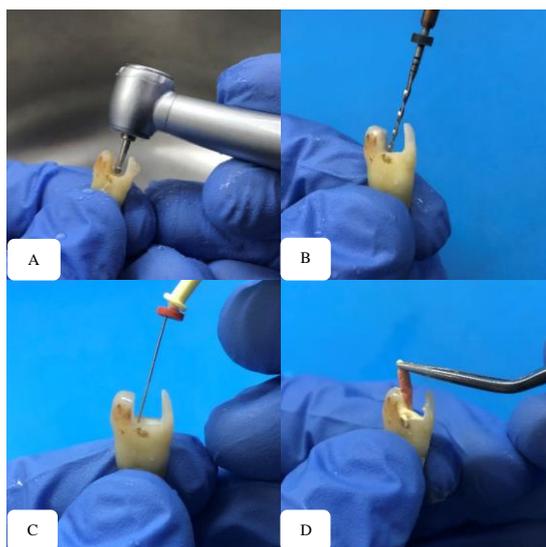


Figura 3 – (a) acesso ao sistema de canais radiculares; (b) instrumentação com lima Reciproc R40; (c) irrigação do canal; (d) obturação com cones de guta percha e cimento AH Plus.

8.2 Simulação do ligamento periodontal

Os dentes que foram restaurados receberam um ligamento periodontal artificial para simular as condições orais durante o ensaio de fadiga. Para simulação do ligamento periodontal as raízes foram recobertas com uma camada de 0,2 a 0,3 mm de cera nº 7 derretida até 2 mm abaixo da margem cervical (Figura 4A) e então incluídas em cilindros de PVC contendo Resina Epóxi Cristal (Redelease, São Paulo, Brasil) (Figura 4B). Após a polimerização do material a cera foi derretida e o espaço foi preenchido com poliéter (Impregum Soft, 3M/ESPE, Sumaré, SP, Brasil) (Figura 4C-D). (Atalay *et al.*, 2016; Kemaloglu *et al.*, 2015)

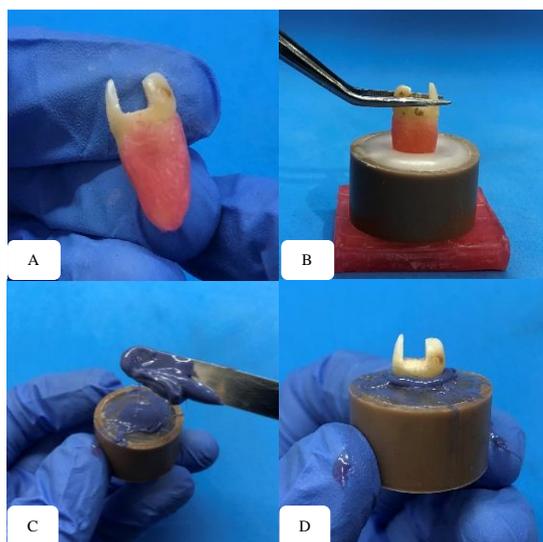


Figura 4 – (a) cera nº7 derretida na porção apical; (b) inserção da amostra em resina epóxi; (c) após polimerização da resina a cera foi derretida e seu espaço preenchido com poliéter; (d) aspecto final da amostra.

8.3 Procedimento restaurador dos dentes

O condicionamento de superfície e aplicação do sistema adesivo, com os corpos-de-prova nos cilindros de PVC, se fez da seguinte forma em todos os grupos experimentais: condicionamento seletivo de esmalte dentário com ácido fosfórico a 37% (Condac37 FGM Brasil) por 30 segundos, seguido da lavagem com água por 60 segundos e remoção do excesso de umidade com bolinhas de algodão e leves jatos de ar. Após, aplicação do adesivo (3M Single Bond Universal Adhesive) em toda a extensão do preparo 2 vezes por 20 segundos friccionando o microbrush e também removendo excessos com o mesmo. O adesivo foi então fotopolimerizado (Radii-Cal- SDI, 1200mw/cm²) conforme as recomendações do fabricante (Figura 5A-B). Depois de todo o condicionamento de superfície, utilizou-se uma matriz metálica universal de Tofflemaire em cada dente preparado, para permitir a construção das paredes proximais da restauração (Figura 5C).

A restauração dos grupos I e Ic, na qual a técnica de escolha é a técnica incremental de resina composta, realizou-se com resina composta convencional na cor A2 (Z350XT, 3M, St. Paul, MN, EUA). Inicialmente, construiu-se as paredes proximais sem unir as paredes vestibular e palatina, a modo de diminuir a tensão na região. Depois, restaurou-se o restante do dente seguindo a técnica de inserção incremental onde cada incremento é de no máximo 2 mm de espessura e fotopolimerizado, a cada incremento, individualmente por 20 segundos (Figura 6A-C).

Nas cavidades dos grupos C e Cc, utilizou-se a técnica Bulk Fill com cobertura oclusal. O assoalho da cavidade e a câmara pulpar foram preenchidas com resina Filtek Bulk Fill Flowable Restorative (3M ESPE, St Paul, MN, EUA) cor A2 com incremento único de até 4 mm e fotoativado por 40 segundos. E logo após, um incremento de 2 mm de resina composta convencional (Z350XT, 3M, St. Paul, MN, EUA) foi inserida na superfície oclusal e fotoativado por 20 segundos (Figura 7A-C).

Já nas cavidades do grupo B e Bc, onde a técnica de escolha foi a de Bulk Fill total, preencheu-se com resina bulk fill (Filtek One Bulk Fill Restorative, 3M ESPE, St Paul, MN, EUA) cor A2 com incrementos de até 5 mm. Cada incremento fotoativado por 20 segundos em cada superfície (vestibular, oclusal e lingual) (Figura 8A-B).

Ao final de cada restauração, de ambos os grupos, foi realizado fotoativação de 1 minuto e um protocolo de acabamento superficial com disco Sof-Lex Pop On™, iniciando com o de maior granulação e finalizando com o de menor, e brocas de polimento de borracha, iniciando com o de maior granulação até o de menor e finalizando com o disco de feltro, em motor de baixa rotação (Figura 8C).

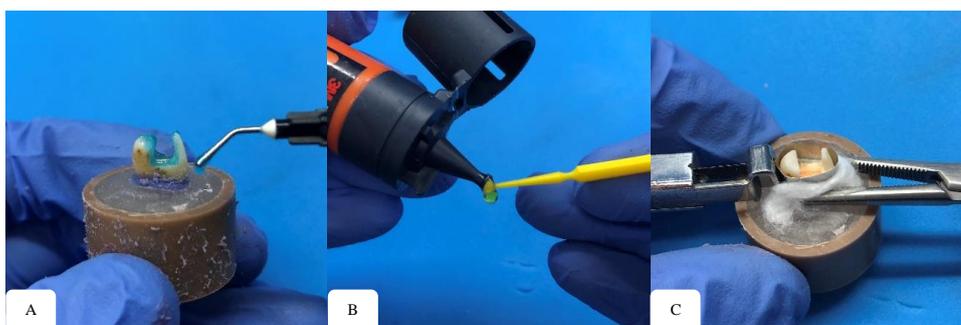


Figura 5 – (a) condicionamento ácido seletivo; (b) aplicação de adesivo universal; (c) adaptação da matriz e porta matriz. Junto temos a pinça hemostática que foi adaptada para firmar a matriz, simulando a função da cunha interproximal objetivando adequada adaptação marginal do material restaurador.



Figura 6 – (a) verificação da profundidade da cavidade; (b) inserção de incremento de 2mm de RC; (c) fotopolimerização do material.

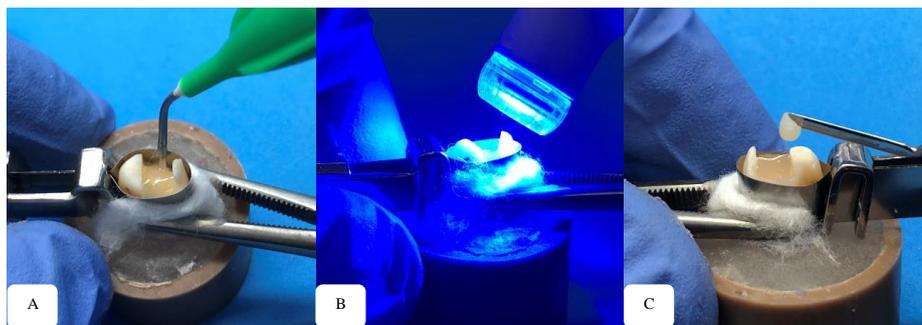


Figura 7 – (a) inserção de incremento de 4mm de RBF flow; (b) fotopolimerização do material; (c) inserção de incremento de 2mm de RC na região oclusal

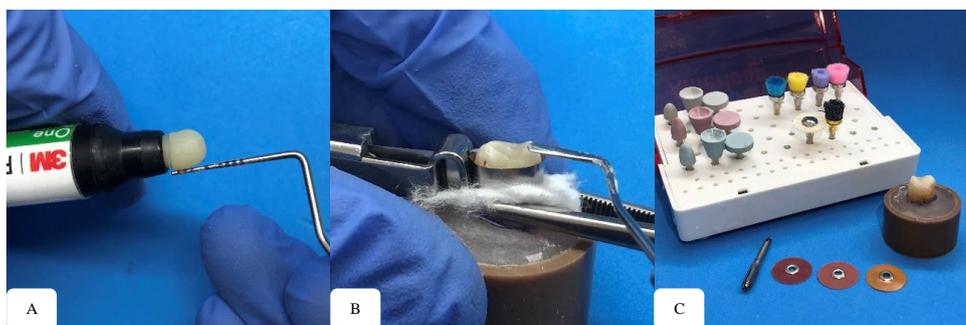


Figura 8 – (a) aferindo os 5 mm para RBF regular como recomenda a bula do fabricante; (b) restauração do dente; (c) após, todas as amostras foram polidas.

8.4 Testes Mecânico e Avaliação FDI

Realizou-se o ensaio de fadiga em uma cicladora mecânica pneumática, com a frequência de 2 Hz, em água com temperatura ambiente. Foram confeccionados pistões de resina epóxi reforçada com fibra de vidro (NEMA G10), os mesmos submeteram os corpos-de-prova a uma carga de 80 N, por 1 milhão de ciclos. Sendo que o ensaio era interrompido a cada 250 mil ciclos para se verificar a falha e realizar a avaliação FDI. A avaliação era realizada considerando falhas, o lascamento ou fratura da restauração e/ou estrutura dental.

Antes e depois do teste de fadiga, se utilizou três avaliadores previamente calibrados (Kappa entre os avaliadores variou entre 0.81 a 0.92), responsáveis por avaliar as restaurações, utilizando os critérios da World Dental Federation (FDI) (Hickel *et al.*, 2010) em relação as propriedades funcionais das restaurações e remanescente dental. Através dos critérios FDI foram avaliadas as propriedades funcionais seguintes critérios: “fratura da restauração”, “adaptação marginal” e “integridade dental”, a cada 250 mil ciclos até concluir o 1 milhão de ciclos. Essas variáveis classificaram-se em 5 categorias: clinicamente excelente, clinicamente boa (após polimento fica excelente), clinicamente suficiente/satisfatória, clinicamente insatisfatória (mas reparável) ou

deficiente (necessita de substituição) (Hickel *et al.*, 2010). Os critérios utilizados para classificar as propriedades funcionais estão descritos na tabela 3.

Tabela 3: Critérios utilizados para classificar as Propriedades Funcionais

Escore	Fratura da Restauração	Adaptação Marginal	Integridade Dental
1. Clinicamente Excelente	Sem fraturas ou fendas	Margens harmoniosas no contorno do dente/restauração	Completamente íntegro
2. Clinicamente bom (após polimento fica excelente)	Pequenas fendas /trincas visíveis	Integridade marginal se desvia do ideal, mas reparável com polimento	Pequena perda de estrutura ou trinca no esmalte (<150µm)
3. Clinicamente suficiente / satisfatória	Duas ou mais fendas/trincas presentes, sem danos ao ponto de contato ou afetar integridade marginal	Fenda marginal <250µm mas não removível. Pequenas fraturas em esmalte ou dentina	Pequena perda de estrutura ou trinca no esmalte, sem efeitos adversos (<250µm)
4. Clinicamente insatisfatória (mas reparável)	Lascamento que afeta a integridade marginal / fratura em bloco de menos da metade da restauração	Fenda > 250µm localizada, que pode resultar em exposição dentinária. Lascamento afetando a margem. Parede de esmalte ou dentina visivelmente fraturada	Grande perda de estrutura ou trinca no esmalte (>250µm). Se consegue sondar
5. Deficiente (necessita de substituição)	Perda parcial ou completa da restauração, causada por fratura	Deslocamento da Restauração	Fratura da cúspide ou do dente



Figura 8 – posicionamento dos corpos de prova na cicladora mecânica pneumática. O pistão antagonista de G10 e o dente se tocam formando um tripoidismo.

9. RESULTADOS

O presente estudo foi realizado em 72 pré-molares, sendo 36 deles removidos 1/3 da cúspide lingual, nos quais foram divididos em 6 grupos experimentais: I, dente com cavidade MOD restaurado com RCC na técnica incremental; C, dente com cavidade MOD restaurado com RBF na técnica combinada; B, dente com cavidade MOD restaurado com RBF na técnica de incremento único; respectivamente, os grupos com a porção da cúspide removida: Ic; Cc e Bc, totalizando um de n=12, todos realizados o tratamento endodôntico previamente as restaurações. Os critérios utilizados na avaliação foram da FDI, no qual se levou em consideração as propriedades funcionais: fratura da restauração, adaptação marginal e integridade dental (Hickel *et al.*, 2010).

Os escores de cada parâmetro do critério FDI foram comparados com teste exato de Fischer (com $p < 0,05$) no software Stata 14.0 (StataCorp, College Station, TX). Entre os grupos sem e com cúspide, no critério “fratura da restauração” obtivemos um resultado de $p < 0,011$ demonstrando que houve diferença estatística significativa entre os grupos, ou seja, dentes mais frágeis possuem maior risco de falha para a restauração.

Na comparação entre os grupos utilizando os critérios FDI, percebe-se que 80,6% das amostras dos grupos onde a cúspide palatina estava íntegra receberam escore 1, contudo, entre as amostras dos grupos sem parte da cúspide os dados mostram que aproximadamente 53% receberam escore 1 e 19,4% receberam escore 5. Já na avaliação total das restaurações, sem fratura de esmalte, ou clinicamente aceitável, obtivemos os resultados de aproximadamente 92% na técnica B (Cavidade MOD restaurada com resina bulk fill na técnica de incremento único), e na técnica Cc tivemos o resultado de 83,3% (Cavidade MOD com remoção de 1/3 da cúspide lingual restaurada com resina bulk fill na técnica de cobertura oclusal (Filtek Bulk Fill Flowable Restorative + Filtek Z350XT) (Tabela 4).

Tabela 4 – Comparação entre diferentes técnicas de restauração direta com resina em pré-molares tratados endodonticamente, de acordo com os critérios FDI, após teste de fadiga (comparado pelo teste exato de Fisher em $p < 0,05$).

Groups	FDI criteria ^a							
	Restoration Fracture		Tooth integrity		Marginal adaptation		Total restoration	
	% of restorations within each score (1/2/3/4/5)	P-Value*	% of restorations within each score (1/2/3/4/5)	P-Value*	% of restorations within each score (1/2/3/4/5)	P-Value*	Without small fractures ^b	Clinically acceptable ^c
1 I	75.0 / 0.0 / 0.0 / 8.3 / 16.7	0.656	0.0 / 75.0 / 0.0 / 8.3 / 16.7	0.656	58.3 / 0.0 / 16.7 / 8.3 / 16.7	0.544	75.0%	75.0%
2 C	75.0 / 0.0 / 0.0 / 0.0 / 25.0		0.0 / 75.0 / 0.0 / 0.0 / 25.0		66.7 / 8.3 / 0.0 / 0.0 / 25.0		75.0%	75.0%
3 B	91.7 / 0.0 / 0.0 / 0.0 / 8.3		0.0 / 91.7 / 0.0 / 0.0 / 8.3		83.3 / 0.0 / 8.3 / 0.0 / 8.3		91.7%	91.7%
4 Ic	41.7 / 16.7 / 16.7 / 0.0 / 25.0	0.412	0.0 / 75.0 / 0.0 / 0.0 / 25.5	0.656	41.6 / 16.7 / 16.7 / 0.0 / 25.0	0.134	58.3%	75.0%
5 Cc	75.0 / 8.4 / 0.0 / 8.3 / 8.3		0.0 / 83.4 / 0.0 / 8.3 / 8.3		83.4 / 0.0 / 0.0 / 8.3 / 8.3		83.3%	83.3%
6 Bc	41.7 / 8.3 / 25.0 / 0.0 / 25.0		0.0 / 75.0 / 0.0 / 0.0 / 25.0		50.0 / 0.0 / 25.0 / 0.0 / 25.0		50.0%	75.0%
Cusp	80.6 / 0.0 / 0.0 / 2.8 / 16.6	0.011	0.0 / 80.6 / 0.0 / 2.8 / 16.6	0.954	69.4 / 2.7 / 8.3 / 2.8 / 16.6	0.866	80.6%	80.6%
No cusp	52.8 / 11.1 / 13.9 / 2.8 / 19.4		0.0 / 77.8 / 0.0 / 2.8 / 19.4		58.3 / 5.6 / 13.9 / 2.8 / 19.4		63.9%	77.8%
Incremental	58.3 / 8.3 / 8.3 / 4.2 / 20.8	0.770	0.0 / 75.0 / 0.0 / 4.2 / 20.8	0.953	50.0 / 8.3 / 16.7 / 4.2 / 20.8	0.257	66.7%	75.0%
Combine	75.0 / 4.2 / 0.0 / 4.2 / 16.6		0.0 / 79.2 / 0.0 / 4.2 / 16.6		75.0 / 4.2 / 0.0 / 4.2 / 16.6		79.2%	79.2%
Bulk	66.7 / 4.2 / 12.5 / 0.0 / 16.6		0.0 / 83.4 / 0.0 / 0.0 / 16.6		66.7 / 0.0 / 16.7 / 0.0 / 16.6		70.8%	83.3%

^a Numbers separated by slashes represent the percentage of evaluated restorations for each score, according to the FDI criteria. Only parameters relevant from fatigue test were used.

^b 1 + 2: scores 1–2 represent restorations without small fractures/defects (FDI criteria) at the time of evaluation.

^c 1 + 2 + 3: scores 1–3 represent restorations clinically acceptable (FDI criteria) at the time of evaluation.

* Fisher's exact test.

10. DISCUSSÃO

A cárie dentária, quando um desequilíbrio no processo DESxRE, é um dos fatores responsáveis pelo enfraquecimento dentário. As lesões de cáries, podem se localizar em todas as superfícies do elemento dental, e dependendo da sua progressão, estar profundas o suficiente para entrar em contato com a polpa dental (Gupta et al., 2009). Quando ocorre essa infecção recorremos ao tratamento endodôntico, que representa a terapia que trata as doenças pulpares e periapicais, com a remoção do tecido inflamado/contaminado. Com o tratamento realizado, estudos mostram que há uma redução significativa da espessura dentinária, que pode causar um enfraquecimento dental (Brito et al., 2021). Em alguns casos de reabilitação oral, existe a necessidade da remoção de 2/3 do material obturador presente nos canais radiculares após o tratamento endodôntico levando a um maior desgaste na estrutura dental e conseqüentemente deixando o elemento mais susceptível a fraturas devido ao enfraquecimento do remanescente dental (Souza et al., 2007).

Portanto, a solução mais prática para tentar resolver a presente situação, seria a realização de restauração direta logo após o tratamento endodôntico finalizado, e o material mais utilizado para isto é a resina composta (Canappele e Bresciani, 2016; Rodrigues et al., 2020). Porém, as resinas compostas convencionais ainda possuem limitações, como a contração de polimerização, que pode ser minimizada utilizando pequenos incrementos, até 2 mm. Por isso as RBF foram implementadas no mercado, pois sua composição permite a utilização de incrementos maiores, de até 4 mm, com menor taxa de contração de polimerização (Chambra *et al.* 2017; Reis e Loguercio, 2021).

Diante da possibilidade de utilizar incrementos maiores a RBF ainda é comparada as RCC e estudos buscam avaliar o melhor desempenho destas resinas (Boaro *et al.*, 2019; Al-Nahedh e Alawami, 2020; Sekundo *et al.*, 2022). Em alguns estudos a utilização do FDI estabelece parâmetros importantes de comparação, e neste estudo, foram utilizados apenas a “integridade dental”, “fratura da restauração” e “adaptação marginal”, pois são os parâmetros plausíveis a serem utilizados na metodologia empregada no estudo *in vitro* (Hickel *et al.*, 2010). Importante salientar que é necessário interpretar os resultados obtidos na presente pesquisa com cautela, pois fatores individuais existentes em cada indivíduo como idade, condição socioeconômica e hábitos parafuncionais não são possíveis de serem replicados em estudos laboratoriais

e que podem mudar os resultados obtidos (Demarco *et al.*, 2012; Sande, van de *et al.*, 2019).

Verificando os parâmetros FDI observados nas avaliações clínicas das restaurações, as técnicas restauradoras com RBF não apresentaram diferenças nas taxas de falha comparadas ao grupo controle. Porém, considerando o tipo da cavidade que foi restaurada, o critério “fratura da restauração” demonstrou diferença estatística nos dentes mais fragilizados, ou seja, que possuíam menos estrutura coronária (1/3 da cúspide palatina removida) mostraram resultados mais desfavoráveis ($p > 0.011$), diferente dos dentes com a cúspide hígida. De acordo com Laske *et al.* (2016) e Wierichs *et al.* (2020) este resultado é esperado, pois com grande perda de estrutura dental e maior número de paredes envolvidas, a chance de fratura aumenta pelo fato do remanescente ficar mais frágil. Assim como os preparos cavitários extensos deixam o remanescente dental frágil e susceptível a fraturas da restauração e dente (Sáry *et al.*, 2019).

No presente estudo, podemos verificar que na avaliação total das restaurações, quando observado o item clinicamente aceitável obtivemos no grupo com cúspide um melhor desempenho das amostras restaurada com resina bulk fill na técnica de incremento único. Resultado esperado com base em estudos que mostram um bom desempenho das RBF em relação ao seu comportamento mecânico, além dos compósitos “bulk” apresentarem menor tensão de cúspide e estresse de polimerização que resinas convencionais. (Martins *et al.*, 2020; Al-Nahedh e Alawami, 2020; Endo Hoshino *et al.*, 2022; Sekundo *et al.*, 2022).

Já nas amostras com 1/3 da cúspide removida obtivemos resultados similares entre as técnicas, tendo um diferencial no grupo restaurado com resina bulk fill na técnica de cobertura oclusal, levando em consideração as propriedades dos materiais, os resultados obtidos são concordantes com a literatura presente. Estudos apontam que resina flow tem módulo de elasticidade inferior, o que se assemelha a dentina, assim as forças oclusais se dissipam de maneira mais eficiente que na técnica incremental. Além de que com uma camada de 2 mm de resina convencional sobre a resina flow, melhora a resistência superficial diminuindo os índices de fratura e desgaste (Endo Hoshino *et al.*, 2022).

A decisão por utilizar os critérios da FDI para análise das restaurações se explica por ser uma ferramenta de excelência utilizada em estudo *in vivo* prévios e que pode, também, oferecer bons parâmetros de sucesso e falha em estudos *in vitro* (Endo

Hoshino *et al.*, 2022; Loguercio *et al.*, 2019; Sekundo *et al.*, 2022) e o teste de fadiga, por sua vez, se torna uma maneira mais adequada de estimar a longevidade das restaurações do que testes de resistência a fratura, pois a aplicação intermitente de uma carga por um longo período de tempo é uma simulação mais realista do ambiente bucal, além de ser uma técnica pouco utilizada em estudos laboratoriais que testaram RBF.

Em suma, através deste trabalho e com as limitações metodológicas de testes laboratoriais, somos capazes de dizer que é aconselhado o uso das RBF em situações clínicas desafiadoras, pois o material mostrou desempenho comparável e, até mesmo, superior a técnica incremental com RC, além da simplificação do procedimento trazer vantagens em relação ao prognóstico do tratamento e de estudos clínicos que observam o sucesso das RBF (Kaisarly *et al.*, 2022; Sekundo *et al.*, 2022). Segundo Loguercio *et al.* (2019) e Tardem *et al.* (2019) quanto menor a contração de polimerização e menor número de incrementos, menor as chances de formação de espaços vazios e desadaptação marginal.

O presente estudo, laboratorial, possui limitações intrínsecas a estes estudos, é fato que a carga no teste de fadiga que se aplica somente na direção vertical, descarta as forças oclusais oblíquas que ocorrem com os movimentos mandibulares e que podem ser avaliadas em ensaios clínicos. Além dos fatores individuais do paciente que podem afetar a longevidade da restauração e que não são possíveis de serem reproduzidos em um estudo laboratorial (Sande, van de *et al.*, 2019). Portanto estudos clínicos randomizados são necessários para acompanhar o comportamento das RBF a longo prazo e sendo possível levar em consideração os fatores individuais dos pacientes.

11. CONCLUSÃO

Dentes mais fragilizados possuem maior risco de falha e impactaram no desempenho das restaurações independente da técnica. Com base na análise dos critérios FDI as técnicas restauradoras realizadas no presente estudo possuem desempenho similar. A técnica Bulk Fill (B) teve maior credibilidade e se apresentou melhor clinicamente em situações com pouca perda de estrutura dental, enquanto a técnica combinada (C) apresentou melhor desempenho em situações de maior perda dentária. Portanto as RBF podem ser utilizadas em situações de perda de estrutura coronária extensa com alguns benefícios e desempenho adequado.

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-NAHEDH, H.; ALAWAMI, Z. Fracture Resistance and Marginal Adaptation of Capped and Uncapped Bulk-fill Resin-based Materials. *Oper Dent*, v. 45, n. 2, p. 43–56, 2020.

ATALAY, C.; YAZICI, A. R.; HORUZTEPE, A.; NAGAS, E.; ERTAN, A.; OZGUNALTAY, G. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with bulk fill, bulk fill flowable, fiber-reinforced, and conventional resin composite. *Oper Dent*, v. 41, n. 5, p. 131–140, 2016

BANERJEE, A.; SPLIETH, C.; BRESCHI, L.; FONTANA, M.; PARIS, S.; BURROW, M. *et al.* When to intervene in the caries process? A Delphi consensus statement. *BDJ*, v. 229, n. 7, p. 474–482, 2020.

BASTIANINI, M. E.; DO PRADO, R. L.; MARSICANO, J. A.; SANTOS, M. C.; DOS SANTOS, M. R. M.; JOÃO, S. A. R.O. *et al.* Influência do pré-aquecimento no módulo de elasticidade, resistência flexural e coesiva de compósitos bulk-fill. *Revista Matéria*, v. 25, n. 4, p. 1-8, 2020

BOARO, L. C. C.; LOPES, D. P.; DE SOUZA, A. S. C.; NAKANO, E. L.; PEREZ, M. D. A.; PFEIFER, C. S. *et al.* Clinical performance and chemical-physical properties of bulk fill composites resin —a systematic review and meta-analysis. *Dent Mater*, v. 35, n. 10, p. e249–e264, 2019.

BRITO, M. A.; ARAÚJO, D. B. de ; MATTA , M. C. da . O preparo do terço cervical e médio na endodontia contemporânea. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas*, v. 20, n. 3, p. 431–435, 2021.

CANEPPELE, T. M. F.; BRESCIANI, E. Resinas bulk-fill - O estado da arte. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent*, v. 70, n. 3, p. 242–248, 2016.

CHAMBRA, C. DE F.; MEIRELES, S. S.; DUARTE, R. M.; MONTENEGRO, R. V.; DE ANDRADE, A. K. M.. *et al.* Resistência de união de compósitos do tipo Bulk Fill_ análise in vitro. *Rev Odontol UNESP*, v. 1, n. 1, p. 1–5, 2017.

CURY, J. A.; TENUTA, L. M. A. Evidências para o uso de fluoretos em odontologia. In: *Odontologia baseada em evidências. Colgate-Palmolive e Associação Brasileira de Odontologia*, n. 2, v.4, São Paul, 2010.

DEMARCO, F. F.; CORRÊA, M. B.; CENCI, M. S.; MORAES, R. R.; OPDAM, N. J. Longevity of posterior composite restorations: Not only a matter of materials. *Dent Mater*, v. 28, n. 1, p. 87–101, 2012.

ENDE, A. V.; DE MUNCK, J.; LISE, D. P.; VAN MEERBEEK, B. Bulk-fill composites: A review of the current literature. *J Adhes Dent*, v. 19, n. 2, p. 95–109, 2017.

ENDO HOSHINO, I. A.; FRAGA BRISO, A. L.; BUENO ESTEVES, L. M.; SANTOS, P. H. DOS; MEIRA BORGHI FRASCINO, S.; FAGUNDES, T. C.

Randomized prospective clinical trial of class II restorations using flowable bulk-fill resin composites: 4-year follow-up. *Clin Oral Invest*, 2022.

FRAZÃO, P.; ANTUNES, J. L. F.; NARVAI, P. C. Perda dentária precoce em adultos de 35 a 44 anos de idade: estado de São Paulo, Brasil, 1998. *Rev. Bras. Epidemiol.* V. 6, n. 1, p. 49-57, 2003.

GUPTA, N.; MAHAJAN, S. S. A.; KUNDRA, S.; YADAV, A. Cárie dentária, gengivite, periodontite: uma revisão. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas*, v. 8, n. 1, p. 75–84, 2009.

HARRIS, N. O.; GODOY, F. G.; NATHE, C. N. Primary Preventive Dentistry. New Jersey, Pearson, 2009.

HEBLING, E.; TRENTIN, E. F. Análise de custos de materiais utilizados em restaurações em resina composta. *Rev Odontol UNESP*, v. 42, n. 3, p. 144-145, 2013

HICKEL, R.; PESCHKE, A.; TYAS, M.; MJÖR, I.; BAYNE, S.; PETERS, M. *et al.* FDI world dental federation - clinical criteria for the evaluation of direct and indirect restorations update and clinical examples. *Journal of Adhesive Dentistry*, v. 12, n. 4, p. 259–272, 2010.

KAISARLY, D.; LANGENEGGER, R.; LITZENBURGER, F.; HECK, K.; GEZAWI, M. EL; RÖSCH, P.; KUNZELMANN, K. H. Effects of application method on shrinkage vectors and volumetric shrinkage of bulk-fill composites in class-II restorations. *Dent Mater*, v. 38, n. 1, p. 79–93, 2022.

KEMALOGLU, H.; EMIN KAVAL, M.; TURKUN, M.; MICOOGULLARI KURT, S. Effect of novel restoration techniques on the fracture resistance of teeth treated endodontically: An in vitro study. *Dent Mater J*, v. 34, n. 5, p. 618–622, 2015.

LASKE, M.; OPDAM, N. J. M.; BRONKHORST, E. M.; BRASPENNING, J. C. C.; HUYSMANS, M. C. D. N. J. M. Longevity of direct restorations in Dutch dental practices. Descriptive study out of a practice based research network. *J Dent*, v. 46, n. 2015, p. 12–17, 2016.

LIMA, J. E. de O. Cárie dentária: um novo conceito. *R Dental Press Ortodon Ortop Facia*. Maringá, v. 12, n. 6, p. 119-130, 2007.

LIRA, J. K. de F. *Prevenção primária em medicina dentária: a saúde começa pela boca*. 2012. Monografia (Mestre em Medicina Dentária) – Universidade Fernando Pessoa - Faculdade de Ciências da Saúde Porto, 2012.

LOGUERCIO, A. D.; REZENDE, M.; GUTIERREZ, M. F.; COSTA, T. F.; ARMAS-VEGA, A.; REIS, A. Randomized 36-month follow-up of posterior bulk-filled resin composite restorations. *J Dent*, v. 85, n. 3, p. 93–102, 2019.

MARTINS, L. C.; OLIVEIRA, L. R. S.; BRAGA, S. S. L.; SOARES, C. J.; VERSLUIS, A.; BORGES, G. A. *et al.* Effect of Composite Resin and Restorative

Technique on Polymerization Shrinkage Stress, Cuspal Strain and Fracture Load of Weakened Premolars. *J Adhes Dent*, v. 22, n. 5, p. 503–514, 2020.

MERGULHÃO, V. A.; DE MENDONÇA, L. S.; DE ALBUQUERQUE, M. S.; BRAZ, R. Fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars restored with different methods. *Oper Dent*, v. 44, n. 1, p. 1–11, 2019.

MOHAMMADI, N.; KAHNAMOIL, M. A.; YEGANEH, P. K.; NAVIMIPOUR, E. J. Effect of Fiber Post and Cusp Coverage on Fracture Resistance of Endodontically Treated Maxillary Premolars Directly Restored with Composite Resin. *JOE*, v. 35, n. 10, p. 1428–1432, 2009.

REIS, A.; LOGUERCIO, A. D. *Materiais Dentários Diretos- Dos Fundamentos à Aplicação Clínica*. 2ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2021

RODRIGUES, M. DE P.; SOARES, P. B. F.; GOMES, M. A. B.; PEREIRA, R. A.; TANTBIROJN, D.; VERSLUIS, A. *et al.* Direct resin composite restoration of endodontically-treated permanent molars in adolescents : bite force and patient-specific finite element analysis. *JAOS*, v. 28, n. e20190544, p. 1–11, 2020.

ROSA RODOLPHO, P. A.; DONASSOLLO, T. A.; CENCI, M. S.; LOGUÉRCIO, A. D.; MORAES, R. R.; BRONKHORST, E. M. *et al.* 22-Year clinical evaluation of the performance of two posterior composites with different filler characteristics. *Dent Mater*, v. 27, n. 10, p. 955–963, 2011.

SADAF, D. Survival Rates of Endodontically Treated Teeth After Placement of Definitive Coronal Restoration: 8-Year Retrospective Study. *Ther Clin Risk Manag*, v. 16, p. 125–131, 2020.

SANDE, F. H. VAN DE; MORAES, R. R.; ELIAS, R. V.; MONTAGNER, A. F.; RODOLPHO, P. A.; DEMARCO, F. F.; CENCI, M. S. Is composite repair suitable for anterior restorations? A long-term practice-based clinical study. *Clin Oral Invest*, v. 23, n. 6, p. 2795–2803, 2019.

SÁRY, T.; GAROUSHI, S.; BRAUNITZER, G.; ALLEMAN, D.; VOLOM, A. Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials Fracture behaviour of MOD restorations reinforced by various fibre-reinforced techniques – An in vitro study. *J Mech Behav Biomed Mater*, v. 98, n. July, p. 348–356, 2019.

SCARPARO, A. (Org.). *Odontopediatria: bases teóricas para uma prática clínica de excelência*. São Paulo: Manoele, 2021

SEKUNDO, C.; FAZELI, S.; FELTEN, A.; SCHOILEW, K.; WOLFF, D.; FRESE, C. A randomized clinical split-mouth trial of a bulk-fill and a nanohybrid composite restorative in class II cavities: Three-year results. *Dent Mater*, v. 38, n. 5, p. 759–768, 2022.

SOUZA, E.M.; PAPPEN, F.G.; LEONARDI, D.P.; FLORES, V.O.; BERBET, F.L.C.V.; O papel da anatomia radicular na colocação de pinos pré-fabricados: uma revisão endodôntica. *RGO*, Porto Alegre, v. 55, n.1, p. 77-82, 2007.

TARDEM, C.; ALBUQUERQUE, E. G.; SOUZA LOPES, L. DE; MARINS, S. S.; CALAZANS, F. S.; POUBEL, L. A.; BARCELOS, R.; OLIVEIRA BARCELEIRO, M. DE. Clinical time and postoperative sensitivity after use of bulk-fill (syringe and capsule) vs. incremental filling composites: A randomized clinical trial. *Braz Oral Res*, v. 33, p. 1–13, 2019.

VELOSO, S. R. M.; LEMOS, C. A. A.; MORAES, S. L. D. DE; EGITO VASCONCELOS, B. C. DO; PELLIZZER, E. P.; MELO MONTEIRO, G. Q. DE. Clinical performance of bulk-fill and conventional resin composite restorations in posterior teeth: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Invest*, v. 23, n. 1, p. 221–233, 2019.

VICENZI, C. B.; BENETTI, P. Características mecânicas e ópticas de resinas bulk-fill: revisão de literatura. *RFO*, v. 23, n. 1, p. 107–113, 2018.

WIERICHS, R. J.; KRAMER, E. J.; MEYER-LUECKEL, H. Risk Factors for Failure of Direct Restorations in General Dental Practices. *Journal of Dental Research*, v. 99, n. 9, p. 1039–1046, 2020.

ZARRATI, S.; MAHBOUB, F. Marginal adaptation of indirect composite, glass-ceramic inlays and direct composite: an in vitro evaluation. *J Dent (Tehran)*, v. 7, n. 2, p. 77–83, 2010.

ZELIC, K.; VUKICEVIC, A.; JOVICIC, G.; ALEKSANDROVIC, S.; FILIPOVIC, N.; DJURIC, M. Mechanical weakening of devitalized teeth : three-dimensional Finite Element Analysis and prediction of tooth fracture. *Int Endod J*, v. 48, n. 9, p. 850–863, 2015.

13. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO ALUNO

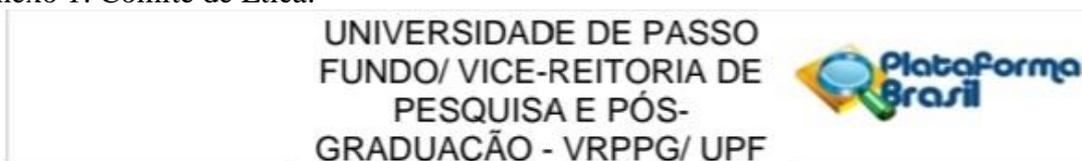
O aluno teve um excelente desempenho no envolvimento deste trabalho. Foi além e se envolveu em todo trabalho da equipe de pesquisa, estudou e se apropriou das etapas até a confecção final deste tcc. A nota do aluno quantitativa é dez (10).



Prof. Dra Juliane Bervian

14. ANEXOS

Anexo 1: Comitê de Ética:



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: RESINAS COMPOSTAS BULK-FILL EM DENTES TRATADOS

Pesquisador: KAUE FARIAS COLLARES

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 39929420.6.0000.5342

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.472.369

Apresentação do Projeto:

As resinas Bulk Fill (RBF) foram introduzidas no mercado com o objetivo de superar algumas desvantagens das resinas compostas convencionais (RCC), como a contração de polimerização e simplificação da técnica. Por ser um novo material é necessário compararmos suas propriedades mecânicas com as RCC que são o padrão ouro em restaurações diretas. O objetivo deste estudo é avaliar o efeito do tratamento endodôntico e da técnica restauradora no comportamento mecânico de dentes restaurados com resina composta, além da adaptação marginal, estabilidade de cor e a relação custo-benefício. Cavidades classe II (MOD) serão confeccionadas em 90 pré-molares humanos hígidos que serão divididos em 6 grupos experimentais: RC-E, dente obturado e restaurado com RCC e técnica incremental; BFC-E, dente obturado e restaurado com RBF com cobertura oclusal; BFU-E, dente obturado e restaurado com RBF em incremento único; RC, dente hígido e restaurado com RCC e técnica incremental; BFC, dente hígido e restaurado com RBF com cobertura oclusal; BFU, dente hígido e restaurado com RBF em incremento único. A análise de cor das restaurações será realizada com auxílio de um espectrofotômetro. A adaptação marginal será avaliada observando a presença de fendas marginais sobre microscopia óptica, assim como os critérios da FDI. Estes testes serão realizados antes e depois dos ensaios mecânicos. O teste de fadiga será realizado em uma cicladora mecânica pneumática, e os corpos-de-prova que não falharem passarão por um teste de carga de fratura. Após, as amostras serão analisadas em microscopia

Endereço: BR 285- Km 292 Campus I - Centro Administrativo/Reitoria 4 andar
Bairro: São José **CEP:** 99.052-900
UF: RS **Município:** PASSO FUNDO
Telefone: (54)3316-8157 **E-mail:** cep@upf.br

UNIVERSIDADE DE PASSO
FUNDO/ VICE-REITORIA DE
PESQUISA E PÓS-
GRADUAÇÃO - VRPPG/ UPF



Continuação do Parecer: 4.472.369

óptica e MEV para identificar a origem das falhas.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Este estudo tem como objetivo avaliar o efeito do tratamento endodôntico e da técnica restauradora no desempenho de dentes restaurados com resina composta convencional ou resina bulk fill.

Objetivo Secundário:

- Descrever o custo e tempo de técnicas restauradoras com resina Bulk Fill e de técnica restauradora convencional de resina composta em dentes tratados endodonticamente;
- Avaliar o efeito do tratamento endodôntico e da técnica restauradora no comportamento mecânico das restaurações em resina composta ou resina bulk fill.
- Avaliar o efeito do tratamento endodôntico e da técnica restauradora na integridade marginal das restaurações em resina composta ou resina bulk fill.
- Avaliar o efeito do tratamento endodôntico e da técnica restauradora na estabilidade de cor das restaurações em resina composta ou resina bulk fill.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

RISCOS:

Os riscos da pesquisa são mínimos, pois os dentes humanos que serão utilizados serão obtidos do Biobanco de Dentes da Faculdade de Odontologia da UPF através de solicitação e autorização prévia do responsável do setor.

BENEFÍCIOS:

A pesquisa tem como benefícios apresentar resultados que permitam identificar técnicas restauradoras mais efetivas para a reabilitação de dentes com e sem tratamento endodôntico. Além disso, o estudo pode servir de base para o estabelecimento de novos protocolos clínicos de restaurações de resina composta. Desta forma, os pacientes poderão ter seus dentes restaurados de forma rápida, mais barata e com alta taxa de sucesso clínico.

Endereço: BR 285- Km 292 Campus I - Centro Administrativo/Reitoria 4 andar

Bairro: São José

CEP: 99.052-900

UF: RS

Município: PASSO FUNDO

Telefone: (54)3316-8157

E-mail: cep@upf.br

UNIVERSIDADE DE PASSO
FUNDO/ VICE-REITORIA DE
PESQUISA E PÓS-
GRADUAÇÃO - VRPPG/ UPF



Continuação do Parecer: 4.472.369

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Noventa pré-molares humanos hígidos, sem caries, sem reabsorções ou trincas visíveis serão obtidos no Biobanco de dentes da Faculdade de Odontologia da UPF. Qualquer resquício de cálculo ou tecido mole depositado sobre o dente será removido com auxílio de uma cureta periodontal. O tamanho dos dentes será mensurado com um paquímetro digital para garantir a padronização. Serão incluídos no estudo dentes com as seguintes dimensões: 8,47 mm a 10,59 mm no sentido bucolingual e 6,38 mm à 8,19 mm no sentido mesiodistal. Os dentes serão armazenados em água destilada e aleatoriamente divididos em 6 grupos experimentais.

Em todos os 90 dentes, cavidades classe II MOD serão confeccionadas por um único operador com pontas diamantadas #1014 (KG Sorensen, Cotia, SP, Brazil) em uma caneta de alta rotação refrigerada (Kavo, Joinville, SC, Brazil) acoplada a um dispositivo que permite padronização das cavidades. As pontas serão substituídas a cada 10 dentes para garantir alto poder de desgaste. As caixas proximais serão confeccionadas a 1 mm da junção cimento esmalte, a parede gengival terá um tamanho de 2 mm no sentido mesio-distal e 3 mm no sentido buco-lingual. A caixa oclusal terá uma distância mesio-distal de 4 mm, buco-lingual de 3 mm e profundidade de 4 mm.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Ver conclusões.

Recomendações:

Após o término da pesquisa, o CEP UPF solicita: a) A devolução dos resultados do estudo aos sujeitos da pesquisa ou a instituição que forneceu os dados; b) Enviar o relatório final da pesquisa, pela plataforma, utilizando a opção, no final da página "Enviar Notificação" + relatório final

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto, este Comitê, de acordo com as atribuições definidas na Resolução n. 466/12, do Conselho Nacional da Saúde, Ministério da Saúde, Brasil, manifesta-se pela aprovação do projeto de pesquisa na forma como foi proposto

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P	11/12/2020		Aceito

Endereço: BR 285- Km 292 Campus I - Centro Administrativo/Reitoria 4 andar
Bairro: São José **CEP:** 99.052-900
UF: RS **Município:** PASSO FUNDO
Telefone: (54)3316-8157 **E-mail:** cep@upf.br

UNIVERSIDADE DE PASSO
FUNDO/ VICE-REITORIA DE
PESQUISA E PÓS-
GRADUAÇÃO - VRPPG/ UPF



Continuação do Parecer: 4.472.369

Básicas do Projeto	ETO_1658955.pdf	19:11:22		Aceito
Outros	Carta_Biobanco.pdf	11/12/2020 19:10:29	KAUE FARIAS COLLARES	Aceito
Outros	TCUD.doc	11/12/2020 19:09:51	KAUE FARIAS COLLARES	Aceito
Outros	Autorizacaolocalupf.pdf	02/12/2020 17:24:29	KAUE FARIAS COLLARES	Aceito
Outros	IniciadaN.pdf	09/11/2020 22:39:00	KAUE FARIAS COLLARES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	1_Projeto_Mateus_Comite.pdf	04/11/2020 22:27:29	KAUE FARIAS COLLARES	Aceito
Folha de Rosto	3_Folha_de_rosto.pdf	04/11/2020 22:26:27	KAUE FARIAS COLLARES	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PASSO FUNDO, 17 de Dezembro de 2020

Assinado por:
Felipe Cittolin Abal
(Coordenador(a))

Endereço: BR 285- Km 292 Campus I - Centro Administrativo/Reitoria 4 andar
Bairro: São José **CEP:** 99.052-900
UF: RS **Município:** PASSO FUNDO
Telefone: (54)3316-8157 **E-mail:** cep@upf.br

**Avaliação das propriedades funcionais de restaurações em
dentes tratados endodonticamente: ensaio laboratorial**

*Evaluation of the functional properties of restorations in endodontically
treated teeth: laboratory test*

Andrei Bortoluzzi: Acadêmico do Curso de Odontologia da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil

Juliane Bervian- Professora titular, Departamento de Odontopediatria, Faculdade de Odontologia, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil.

Mateus Werklehr Paganotto Lopes: Mestre em Clínica Odontológica pela Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil

Márcia Borba- Professora titular, Departamento de Odontologia, Faculdade de Odontologia, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil.

Kauê Collares- Professor titular, Departamento de Odontologia, Faculdade de Odontologia, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil.

Autor de Correspondência:

Andrei Bortoluzzi

Rua Portugal, 566, Bairro Nova Alternativa, Marau- RS.

Resumo:

Objetivo: comparar propriedades funcionais de restaurações diretas de resinas *bulk fill* e de resinas compostas convencionais em dentes tratados endodonticamente.

Métodos: foram selecionados 72 pré-molares humanos hígidos, os quais foram separados em 6 grupos experimentais com n=12 em cada grupo. Em seguida foram confeccionadas cavidades classe II (MOD), dentre as amostras, metade tiveram 1/3 da cúspide palatina removida e realizou-se o tratamento endodôntico em todas as amostras. As amostras foram restauradas com 3 diferentes técnicas: incremental com resina *Filtek Z350XT*, combinada com resina *Filtek Bulk Fill Flowable* + *Filtek Z350XT* e incremento único com *Filtek One Bulk Fill Restorative*, totalizando os 6 grupos experimentais, três com 1/3 da cúspide palatina removida e três com a mesma cúspide hígida. As amostras foram submetidas a teste de fadiga em uma cicladora mecânica pneumática com carga de 80 N por 1 milhão de ciclos e as restaurações avaliadas através de critérios da *FDI- World Dental Federation* a cada 250 mil ciclos. Os escores *FDI* foram analisados com teste exato de *Fischer* ($p < 0.05$). **Resultados:** as diferentes técnicas restauradoras apresentaram desempenho similar na análise dos critérios *FDI*, porém levando em consideração elementos com maior perda de estrutura dental, a técnica *Bulk Fill* apresentou maior confiabilidade. **Conclusão:** as resinas *Bulk Fill* podem ser utilizadas em situações de perda de estrutura coronária extensa com benefícios e desempenho adequado.

Palavras-chave: Restauração Dentária Permanente, Resinas Compostas, Endodontia, Dentística Operatória.

Introdução

Na rotina clínica é muito comum nos depararmos com situações de dentes amplamente destruídos. Dentre as inúmeras causas se destacam as lesões cariosas, sendo uma das doenças infecciosas mais prevalentes¹. O desenvolvimento da doença depende de alguns fatores como a presença de microorganismos, dieta do paciente, hábitos de higiene, composição salivar entre outras, o que caracteriza a cárie como uma doença multifatorial.

Na cavidade oral, possui um processo de desmineralização e remineralização (DESxRE) que ocorre inúmeras vezes ao longo do dia. Quando se tem a presença de bactérias específicas no meio bucal e essas são expostas à carboidratos (principalmente a sacarose), que metabolizados passam a produzir ácidos que diminuem o pH bucal, iniciam o processo de desmineralização dental, e enquanto não houver a elevação deste pH o processo de remineralização ficará deficiente, ocorrendo um desequilíbrio no processo DESxRE e assim ocorrendo o início da lesão cárie e pôr fim a formação de cavidades nas estruturas dentais^{2,3,4}.

Com a formação de cavidades e, conseqüentemente, com a progressão da doença os tecidos dentários vão se deteriorando atingindo as estruturas internas do dente como a dentina e a polpa dental. Com esse estímulo agressor o tecido pulpar inflama fazendo com que, eventualmente, ocorra uma necrose do mesmo^{5,6}. Neste momento recorremos ao tratamento endodôntico, onde a polpa dental é removida e este canal obturado. Para a remoção do tecido inflamado ou necrosado é feito o preparo químico-mecânico que ocorre um grande enfraquecimento nas paredes radiculares do dente (com todo o processo de limpeza executado), somado ao desgaste da estrutura coronária durante o acesso para o tratamento^{7,8}.

Dentes com tratamento endodôntico estão sujeitos a sofrer sobrecargas da força oclusal, onde ocorre um aumento de até 260% na força de mordida após o tratamento endodôntico, além da distribuição de carga se concentrar na porção radicular em vez da coronária, assim, aumentando as chances de ocorrer fraturas na raiz do elemento⁹. Contudo, após a realização da restauração, as tensões voltam a ser distribuídas uniformemente. Por isso, o tratamento restaurador deve ser realizado o mais breve possível, para poder melhorar as condições funcionais e o prognóstico do dente, evitando problemas mais complexos futuramente.

Porém, as restaurações de dentes tratados endodonticamente podem se apresentar como um desafio aos cirurgiões dentistas, devido a sua grande perda de estrutura coronária. Existe um grande número de protocolos, técnicas e materiais odontológicos para realizar as reabilitações orais, cada um com sua devida indicação. Um dos materiais de primeira escolha para restaurações de dentes gravemente danificados é a Resina Composta Convencional (RCC), por ser uma solução prática e versátil para restaurar, além de possuir boa qualidade estética e propriedades mecânicas já reconhecidas na literatura^{9,10}.

Contudo, as RCC ainda apresentam desvantagens como contração de polimerização, que pode resultar em forças de estresse na ligação entre dente-restauração, podendo gerar desadaptação marginal e fraturas. Para reverter esta situação a técnica incremental foi proposta, na qual se utiliza incrementos de até 2 mm, e não unindo mais de 2 paredes simultâneas, diminuindo assim a contração de polimerização. Porém, com o uso desta técnica, a chance de criar espaços vazios entre os incrementos aumenta, além do processo restaurador se torna demorado e sensível, por possuir muitos passos clínicos¹¹.

Com o objetivo de diminuir a contração de polimerização, as Resinas *Bulk Fill* (*RBF*) foram desenvolvidas e inseridas no mercado. Essas resinas possuem propriedades que as favorecem em relação as RCC como, por exemplo, o baixo grau de contração de polimerização mesmo quando aplicadas em incrementos de 4 a 5 mm, muito superiores do que os de 2mm que é o preconizado na técnica incremental. Assim diminui o tempo clínico das restaurações e, conseqüentemente, a chance de erros do operador^{11,12,13,14}.

As *RBF* podem ser classificadas de acordo a sua consistência: fluida (*flow*) ou regular (viscosa). As resinas fluidas possuem menor quantidade de carga inorgânica, o que as torna menos viscosas e mais utilizadas em cavidade profundas. Porém, com a diminuição da carga a *RBF* fluida possui menor resistência mecânica e ao desgaste, por isso é indicado que se use uma camada de 2 mm de RCC na região oclusal que fique em contato com o antagonista^{15,16}. Já as resinas regulares possuem uma maior quantidade de carga, o que a torna mais viscosa e conseqüentemente mais resistente ao desgaste não necessitando da camada de RCC final¹⁶.

Existem alguns fatores que garantem que as *RBF* tenham um menor grau de polimerização: modificação do tamanho das partículas de carga, formulação do material, módulo de elasticidade, componentes capazes de interagir com os fotoiniciadores, mas isso varia de cada fabricante do material^{12,17}. O principal fator que pode ser citado para ter uma baixa contração é a translucidez e o tipo de fotoiniciador usado na composição do material.

Apesar disso, a literatura ainda é insuficiente para avaliar o comportamento mecânico das resinas *Bulk Fill* em dentes com grande perda de estrutura dentária. Os estudos que fazem comparativos de resistência, desgaste e adaptação marginal mostram resultados variados ora sendo desfavoráveis as RCC, ora sendo favoráveis as resinas *Bulk Fill*. Com isso, este estudo tem como objetivo comparar propriedades funcionais

(integridade do remanescente, fratura da restauração e adaptação marginal)¹⁸ de restaurações realizadas com *Bulk Fill* e resina composta convencional em dentes tratados endodonticamente.

Métodos:

Inicialmente o projeto foi enviado ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade de Passo Fundo (UPF) (**Número do Parecer:** 4.472.369). Selecionou-se 72 pré-molares humanos hígidos, sem cáries, sem reabsorções ou trincas visíveis no Biobanco de dentes da Faculdade de Odontologia da UPF. Qualquer resquício de cálculo ou tecido mole encontrado sobre o dente foi removido com auxílio de uma cureta periodontal. Mensurou-se o tamanho dos dentes com um paquímetro digital para garantir a padronização, nos quais possuíam as dimensões: 8,47 mm a 10,59 mm no sentido bucolingual e 6,38 mm à 8,19 mm no sentido mesiodistal¹⁹. Os dentes foram armazenados em água destilada e divididos aleatoriamente em 6 grupos experimentais, denominados conforme a técnica restauradora realizada futuramente, descritos na tabela 1 e os materiais restauradores utilizados na Tabela 2.

Tabela 1:: Divisão dos grupos experimentais, n=12

Grupos	Tratamentos
I	Cavidade MOD restaurada com resina composta na técnica incremental (<i>Filtek Z350XT</i>)
C	Cavidade MOD restaurada com resina bulk fill na técnica de cobertura oclusal (<i>Filtek Bulk Fill Flowable Restorative + Filtek Z350XT</i>)
B	Cavidade MOD restaurada com resina bulk fill na técnica de incremento único (<i>Filtek One Bulk Fill Restorative</i>)
Ic	Cavidade MOD com remoção de 1/3 da cúspide lingual restaurada com resina composta na técnica incremental (<i>Filtek Z350XT</i>)
Cc	Cavidade MOD com remoção de 1/3 da cúspide lingual restaurada com resina bulk fill na técnica de cobertura oclusal (<i>Filtek Bulk Fill Flowable Restorative + Filtek Z350XT</i>)
Bc	Cavidade MOD com remoção de 1/3 da cúspide lingual restaurada com resina bulk fill na técnica de incremento único (<i>Filtek One Bulk Fill Restorative</i>)

Tabela 2: Descrição dos materiais restauradores utilizados

Material	Tipo	Fabricante/Lote	Composição
<i>Filtek Z350XT</i>	Resina Composta	3M, St. Paul, MN, EUA	<i>Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, and bis-EMA, sílica e zircônia.</i>
<i>Filtek Bulk Fill Flowable Restorative</i>	Resina Bulk Fill Flow	3M, St. Paul, MN, EUA	<i>Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA, zircônia, sílica</i>
<i>Filtek One Bulk Fill Restorative</i>	Resina Bulk Fill	3M ESPE, St Paul, MN, EUA.	Partículas inorgânicas, <i>Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, resinas procryláticas, trifluoreto de ytterbium, zircônia e sílica</i>

Nos 72 elementos dentais, as cavidades classe II MOD, foram confeccionadas por um único operador com pontas diamantadas #2214 (KG Sorensen, Cotia, SP, Brazil) em uma caneta de alta rotação refrigerada (Kavo, Joinville, SC, Brazil) acoplada a um dispositivo que permite padronização das cavidades. A cada 10 dentes as pontas sendo substituídas para poder garantir um alto poder de desgaste. As dimensões da cavidade estão descritas na Figura 1²⁰. Nos 36 dentes referentes aos grupos Ic, Cc e Bc a cúspide lingual terá 1/3 da sua altura removida após o preparo da cavidade (Figura 1B).

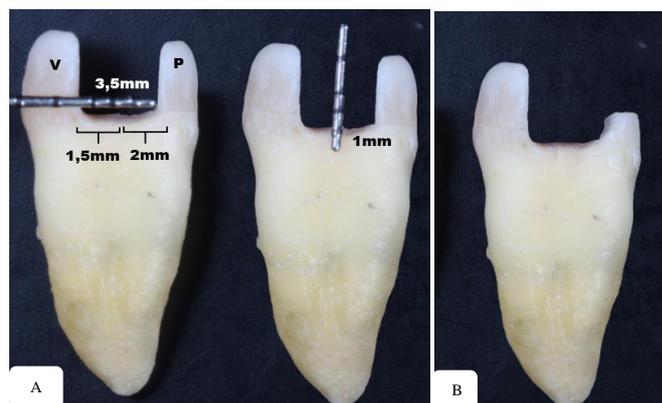


Figura 1 – (A) as medidas das cavidades MOD foram as seguintes: distância V-P de 3,5mm sendo 1,5mm para vestibular e 2mm para palatina partindo do centro da superfície oclusal. A margem cervical foi confeccionada 1mm acima da junção amelo-cementária; (B) amostra após remoção de 1/3 da cúspide lingual

Preparo endodôntico

Os acessos endodônticos foram realizados com uma ponta diamantada #1012 (KG Sorensen, Cotia, Brasil) em alta rotação refrigerada e com a broca Endo Z

(Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), dando forma e contorno ao acesso e removendo a polpa coronária com auxílio de uma cureta (Figura 2A). Depois do acesso, foi feito o preparo cervical com o uso das brocas *TripleGates* (Helse). Após, realizou-se instrumentação com lima *Reciproc R40* (VDW, Munique, Baviera, Alemanha), acionadas com o motor endodôntico X- Smart Plus (Dentsply), ao nível do forame apical no seu comprimento de trabalho (CT) (Figura 2B).

O soro fisiológico foi a solução irrigante utilizada e a clorexidina gel 2% a substância química auxiliar (Figura 2C). Após, efetuou-se a remoção da smear layer com a utilização de EDTA 17% por 1 min com agitação com lentulo e em seguida secagem dos canais com os cones de papéis absorvíveis. Logo após, a obturação dos dentes realizada com cones de guta-percha e cimento endodôntico AH Plus (Dentsply, Konstanz, Alemanha) pela técnica da condensação lateral ativa, 1 mm aquém do comprimento de trabalho (Figura 2D). Por fim feito o corte dos cones 3 mm abaixo da entrada dos canais radiculares, selamento da entrada dos canais com cotosol e posterior armazenagem em estufa por 24 horas a 37°C e 100% de umidade para permitir total a presa do material, sendo removido o cotosol previamente a restauração.

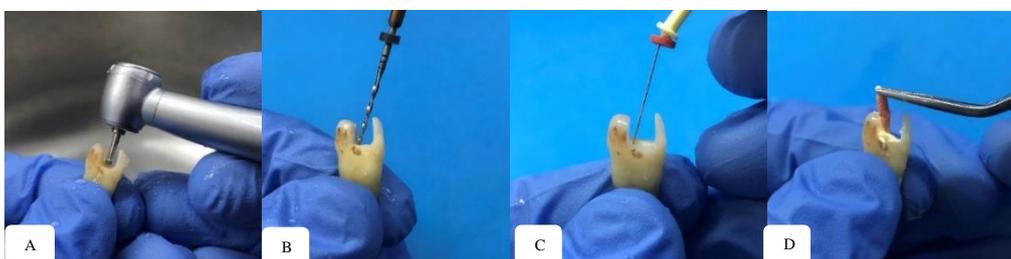


Figura 2 – (a) acesso ao sistema de canais radiculares; (b) instrumentação com lima *Reciproc R40*; (c) irrigação do canal; (d) obturação com cones de guta percha e cimento *AH Plus*.

Simulação do ligamento periodontal

Os dentes que foram restaurados receberam um ligamento periodontal artificial para simular as condições orais durante o ensaio de fadiga. Para simulação do ligamento periodontal as raízes foram recobertas com uma camada de 0,2 a 0,3 mm de cera nº 7

derretida até 2 mm abaixo da margem cervical (Figura 3A) e então incluídas em cilindros de PVC contendo Resina Epóxi Cristal (Redelease, São Paulo, Brasil) (Figura 3B). Após a polimerização do material a cera foi derretida e o espaço foi preenchido com poliéter (Impregum Soft, 3M/ESPE, Sumaré, SP, Brasil) (Figura 3C-D)¹⁹.

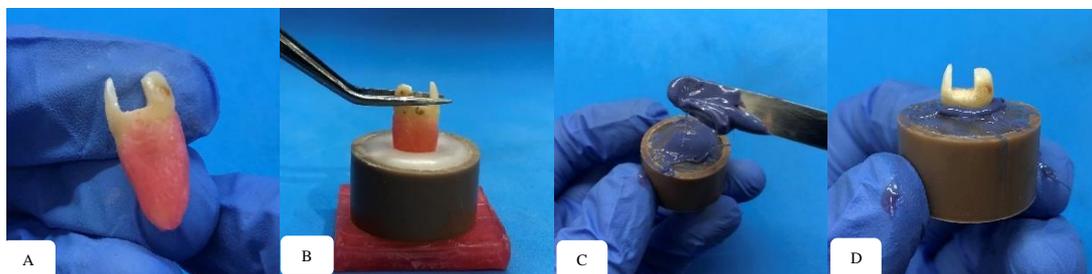


Figura 3 – (a) cera nº7 derretida na porção apical; (b) inserção da amostra em resina epóxi; (c) após polimerização da resina a cera foi derretida e seu espaço preenchido com poliéter; (d) aspecto final da amostra.

Procedimento restaurador dos dentes

O condicionamento de superfície e aplicação do sistema adesivo, com os corpos-de-prova nos cilindros de PVC, se fez da seguinte forma em todos os grupos experimentais: condicionamento seletivo de esmalte dentário com ácido fosfórico a 37% (Condac37 FGM Brasil) por 30 segundos, seguido da lavagem com água por 60 segundos e remoção do excesso de umidade com bolinhas de algodão e leves jatos de ar. Após, aplicação do adesivo (3M *Single Bond Universal Adhesive*) em toda a extensão do preparo 2 vezes por 20 segundos friccionando o microbrush e também removendo excessos com o mesmo. O adesivo foi então fotopolimerizado (Radii-Cal- SDI, 1200mw/cm²) conforme as recomendações do fabricante (Figura 4A-B). Depois de todo o condicionamento de superfície, utilizou-se uma matriz metálica universal de Tofflemaire em cada dente preparado, para permitir a construção das paredes proximais da restauração (Figura 4C).



Figura 4 – (a) condicionamento ácido seletivo; (b) aplicação de adesivo universal; (c) adaptação da matriz e porta matriz. Junto temos a pinça hemostática que foi adaptada para firmar a matriz, simulando a função da cunha interproximal objetivando adequada adaptação marginal do material restaurador.

A restauração dos grupos I e Ic, na qual a técnica de escolha é a técnica incremental de resina composta, realizou-se com resina composta convencional na cor A2 (Z350XT, 3M, St. Paul, MN, EUA). Inicialmente, construiu-se as paredes proximais sem unir as paredes vestibular e palatina, a modo de diminuir a tensão na região. Depois, restaurou-se o restante do dente seguindo a técnica de inserção incremental onde cada incremento é de no máximo 2 mm de espessura e fotopolimerizado, a cada incremento, individualmente por 20 segundos (Figura 5A-C).



Figura 5 – (a) verificação da profundidade da cavidade; (b) inserção de incremento de 2mm de RC; (c) fotopolimerização do material.

Nas cavidades dos grupos C e Cc, utilizou-se a técnica *Bulk Fill* com cobertura oclusal. O assoalho da cavidade e a câmara pulpar foram preenchidas com resina *Filtek Bulk Fill Flowable Restorative* (3M ESPE, St Paul, MN, EUA) cor A2 com incremento único de até 4 mm e fotoativado por 40 segundos. E logo após, um incremento de 2 mm de resina composta convencional (Z350XT, 3M, St. Paul, MN, EUA) foi inserida na superfície oclusal e fotoativado por 20 segundos (Figura 6A-C).

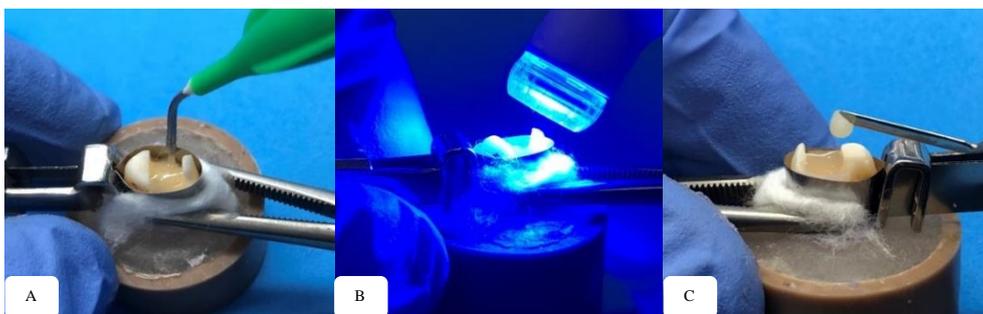


Figura 6 – (a) inserção de incremento de 4mm de RBF flow; (b) fotopolimerização do material; (c) inserção de incremento de 2mm de RC na região oclusal

Já nas cavidades do grupo B e Bc, onde a técnica de escolha foi a de *Bulk Fill* total, preencheu-se com resina *bulk fill* (*Filtek One Bulk Fill Restorative*, 3M ESPE, St Paul, MN, EUA) cor A2 com incrementos de até 5 mm. Cada incremento fotoativado por 20 segundos em cada superfície (vestibular, oclusal e lingual) (Figura 7A-B).

Ao final de cada restauração, de ambos os grupos, foi realizado fotoativação de 1 minuto e um protocolo de acabamento superficial com disco Sof-Lex Pop On™, iniciando com o de maior granulação e finalizando com o de menor, e brocas de polimento de borracha, iniciando com o de maior granulação até o de menor e finalizando com o disco de feltro, em motor de baixa rotação (Figura 7C).



Figura 7 – (a) aferindo os 5 mm para RBF regular como recomenda a bula do fabricante; (b) restauração do dente; (c) após, todas as amostras foram polidas.

Testes Mecânico e Avaliação FDI

Realizou-se o ensaio de fadiga em uma cicladora mecânica pneumática (Figura 8), com a frequência de 2 Hz, em água com temperatura ambiente. Foram confeccionados pistões de resina epóxi reforçada com fibra de vidro (NEMA G10), os mesmos submeteram os corpos-de-prova a uma carga de 80 N, por 1 milhão de ciclos.

Sendo que o ensaio era interrompido a cada 250 mil ciclos para se verificar a falha e realizar a avaliação *FDI*. A avaliação era realizada considerando falhas, o lascamento ou fratura da restauração e/ou estrutura dental.

Antes e depois do teste de fadiga, se utilizou três avaliadores previamente calibrados (Kappa entre os avaliadores variou entre 0.81 a 0.92), responsáveis por avaliar as restaurações, utilizando os critérios da *World Dental Federation (FDI)* em relação as propriedades funcionais das restaurações e remanescente dental. Através dos critérios *FDI* foram avaliadas as propriedades funcionais seguintes critérios: “fratura da restauração”, “adaptação marginal” e “integridade dental”, a cada 250 mil ciclos até concluir o 1 milhão de ciclos. Essas variáveis classificaram-se em 5 categorias, nas quais estão descritas na tabela 3¹⁸.



Figura 8 – posicionamento dos corpos de prova na cicladora mecânica pneumática. O pistão antagonista de G10 e o dente se tocam formando um tripoidismo.

Tabela 3: Critérios utilizados para classificar as Propriedades Funcionais

Escore	Fratura da Restauração	Adaptação Marginal	Integridade Dental
1. Clinicamente Excelente	Sem fraturas ou fendas	Margens harmoniosas no contorno do dente/restauração	Completamente integro
2. Clinicamente bom (após polimento fica excelente)	Pequenas fendas /trincas visíveis	Integridade marginal se desvia do ideal, mas reparável com polimento	Pequena perda de estrutura ou trinca no esmalte (<150µm)
3. Clinicamente suficiente / satisfatória	Duas ou mais fendas/trincas presentes, sem danos ao ponto de contato ou afetar integridade marginal	Fenda marginal <250µm mas não removível. Pequenas fraturas em esmalte ou dentina	Pequena perda de estrutura ou trinca no esmalte, sem efeitos adversos (<250µm)
4. Clinicamente insatisfatória (mas reparável)	Lascamento que afeta a integridade marginal / fratura em bloco de menos da metade da restauração	Fenda > 250µm localizada, que pode resultar em exposição dentinária. Lascamento afetando a	Grande perda de estrutura ou trinca no esmalte (>250µm). Se consegue sondar

		margem. Parede de esmalte ou dentina visivelmente fraturada	
5. Deficiente (necessita de substituição)	Perda parcial ou completa da restauração, causada por fratura	Deslocamento da Restauração	Fratura da cúspide ou do dente

Resultados

Os escores de cada parâmetro do critério *FDI* foram comparados com teste exato de *Fischer* (com $p < 0,05$) no software Stata 14.0 (StataCorp, College Station, TX). Entre os grupos sem e com cúspide, no critério “fratura da restauração” obtivemos um resultado de $p < 0,011$ demonstrando que houve diferença estatística significativa entre os grupos, ou seja, dentes mais frágeis possuem maior risco de falha para a restauração.

Na comparação entre os grupos utilizando os critérios *FDI*, percebe-se que 80,6% das amostras dos grupos onde a cúspide palatina estava integra receberam escore 1, contudo, entre as amostras dos grupos sem parte da cúspide os dados mostram que aproximadamente 53% receberam escore 1 e 19,4% receberam escore 5. Já na avaliação total das restaurações, clinicamente aceitável, obtivemos os resultados de aproximadamente 92% na técnica B (Cavidade MOD restaurada com resina *bulk fill* na técnica de incremento único), e na técnica Cc tivemos o resultado de 83,3% (Cavidade MOD com remoção de 1/3 da cúspide lingual restaurada com resina *bulk fill* na técnica de cobertura oclusal (*Filtek Bulk Fill Flowable Restorative + Filtek Z350XT*) (Tabela 4).

Tabela 4 – Comparação entre diferentes técnicas de restauração direta com resina em pré-molares tratados endodonticamente, de acordo com os critérios FDI, após teste de fadiga (comparado pelo teste exato de Fisher em $p < 0,05$).

Groups	FDI criteria ^a							
	Restoration Fracture		Tooth integrity		Marginal adaptation		Total restoration	
	% of restorations within each score (1/2/3/4/5)	p-Value*	% of restorations within each score (1/2/3/4/5)	p-Value*	% of restorations within each score (1/2/3/4/5)	p-Value*	Without small fractures ^b	Clinically acceptable ^c
1 I	75.0 / 0.0 / 0.0 / 8.3 / 16.7	0.656	0.0 / 75.0 / 0.0 / 8.3 / 16.7	0.656	58.3 / 0.0 / 16.7 / 8.3 / 16.7	0.544	75.0%	75.0%
2 C	75.0 / 0.0 / 0.0 / 0.0 / 25.0		0.0 / 75.0 / 0.0 / 0.0 / 25.0		66.7 / 8.3 / 0.0 / 0.0 / 25.0		75.0%	75.0%
3 B	91.7 / 0.0 / 0.0 / 0.0 / 8.3		0.0 / 91.7 / 0.0 / 0.0 / 8.3		83.3 / 0.0 / 8.3 / 0.0 / 8.3		91.7%	91.7%
4 Ic	41.7 / 16.7 / 16.7 / 0.0 / 25.0	0.412	0.0 / 75.0 / 0.0 / 0.0 / 25.5	0.656	41.6 / 16.7 / 16.7 / 0.0 / 25.0	0.134	58.3%	75.0%
5 Cc	75.0 / 8.4 / 0.0 / 8.3 / 8.3		0.0 / 83.4 / 0.0 / 8.3 / 8.3		83.4 / 0.0 / 0.0 / 8.3 / 8.3		83.3%	83.3%
6 Bc	41.7 / 8.3 / 25.0 / 0.0 / 25.0		0.0 / 75.0 / 0.0 / 0.0 / 25.0		50.0 / 0.0 / 25.0 / 0.0 / 25.0		50.0%	75.0%
Cusp	80.6 / 0.0 / 0.0 / 2.8 / 16.6	0.011	0.0 / 80.6 / 0.0 / 2.8 / 16.6	0.954	69.4 / 2.7 / 8.3 / 2.8 / 16.6	0.866	80.6%	80.6%
No cusp	52.8 / 11.1 / 13.9 / 2.8 / 19.4		0.0 / 77.8 / 0.0 / 2.8 / 19.4		58.3 / 5.6 / 13.9 / 2.8 / 19.4		63.9%	77.8%
Incremental	58.3 / 8.3 / 8.3 / 4.2 / 20.8	0.770	0.0 / 75.0 / 0.0 / 4.2 / 20.8	0.953	50.0 / 8.3 / 16.7 / 4.2 / 20.8	0.257	66.7%	75.0%
Combine	75.0 / 4.2 / 0.0 / 4.2 / 16.6		0.0 / 79.2 / 0.0 / 4.2 / 16.6		75.0 / 4.2 / 0.0 / 4.2 / 16.6		79.2%	79.2%
Bulk	66.7 / 4.2 / 12.5 / 0.0 / 16.6		0.0 / 83.4 / 0.0 / 0.0 / 16.6		66.7 / 0.0 / 16.7 / 0.0 / 16.6		70.8%	83.3%

^a Numbers separated by slashes represent the percentage of evaluated restorations for each score, according to the FDI criteria. Only parameters relevant from fatigue test were used.

^b 1 + 2: scores 1–2 represent restorations without small fractures/defects (FDI criteria) at the time of evaluation.

^c 1 + 2 + 3: scores 1–3 represent restorations clinically acceptable (FDI criteria) at the time of evaluation.

* Fisher's exact test.

Discussão

Importante salientar que é necessário interpretar os resultados obtidos na presente pesquisa com cautela, pois fatores individuais existentes em cada indivíduo como idade, condição socioeconômica e hábitos parafuncionais não são possíveis de serem replicados em estudos laboratoriais e que podem mudar os resultados obtidos^{21,22}.

Verificando os parâmetros *FDI* observados nas avaliações clínicas das restaurações, as técnicas restauradoras com *RBF* não apresentaram diferenças nas taxas de falha comparadas ao grupo controle. Porém, considerando o tipo da cavidade que foi restaurada, o critério “fratura da restauração” demonstrou diferença estatística nos dentes mais fragilizados (1/3 da cúspide palatina removida) mostraram resultados mais desfavoráveis ($p > 0.011$). De acordo com Laske *et al.* (2016)²³ e Wierichs *et al.* (2020)²⁴ este resultado é esperado, pois com grande perda de estrutura dental e maior número de paredes envolvidas, a chance de fratura aumenta pelo fato do remanescente ficar mais frágil, assim como os preparos cavitários extensos deixam o remanescente dental frágil e susceptível a fraturas da restauração e dente²⁵.

No presente estudo, podemos verificar que na avaliação total das restaurações, quando observado o item clinicamente aceitável, obtivemos no grupo com cúspide um melhor desempenho das amostras restaurada com resina *bulk fill* na técnica de incremento único. Resultado esperado com base em estudos que mostram um bom desempenho das *RBF* em relação ao seu comportamento mecânico, além dos compósitos “*bulk*” apresentarem menor tensão de cúspide e estresse de polimerização que resinas convencionais^{20,26,27,28}.

Já nas amostras com 1/3 da cúspide removida obtivemos resultados similares entre as técnicas, tendo um diferencial no grupo restaurado com resina *bulk fill* na técnica de cobertura oclusal, levando em consideração as propriedades dos materiais, os

resultados obtidos são concordantes com a literatura presente. Estudos apontam que resina *flow* tem módulo de elasticidade inferior, o que se assemelha a dentina, assim as forças oclusais se dissipam de maneira mais eficiente que na técnica incremental. Além de que com uma camada de 2 mm de resina convencional sobre a resina *flow*, melhora a resistência superficial diminuindo os índices de fratura e desgaste²⁷.

A decisão por utilizar os critérios da *FDI* para análise das restaurações se explica por ser uma ferramenta de excelência utilizada em estudo *in vivo* prévios e que pode, também, oferecer bons parâmetros de sucesso e falha em estudos *in vitro*^{27,28,29} e o teste de fadiga, por sua vez, se torna uma maneira mais adequada de estimar a longevidade das restaurações, pois a aplicação intermitente de uma carga por um longo período de tempo é uma simulação mais realista do ambiente bucal, além de ser uma técnica pouco utilizada em estudos laboratoriais que testaram *RBF*.

Em suma, através deste trabalho e com as limitações metodológicas de testes laboratoriais, somos capazes de dizer que é aconselhado o uso das *RBF* em situações clínicas desafiadoras, pois o material mostrou desempenho comparável e, até mesmo, superior a técnica incremental com RC, além da simplificação do procedimento trazer vantagens em relação ao prognóstico do tratamento^{28,30}.

O presente estudo, laboratorial, possui limitações intrínsecas a estes estudos, é fato que a carga no teste de fadiga que se aplica somente na direção vertical, descarta as forças oclusais oblíquas que ocorrem com os movimentos mandibulares e que podem ser avaliadas em ensaios clínicos. Além dos fatores individuais do paciente que podem afetar a longevidade da restauração e que não são possíveis de serem reproduzidos em um estudo laboratorial²¹. Portanto estudos clínicos randomizados são necessários para acompanhar o comportamento das *RBF* a longo prazo e sendo possível levar em consideração os fatores individuais dos pacientes.

CONCLUSÃO

Dentes mais fragilizados possuem maior risco de falha e impactaram no desempenho das restaurações independente da técnica. Com base na análise dos critérios *FDI* as técnicas restauradoras realizadas no presente estudo possuem desempenho similar. A técnica *Bulk Fill* (B) teve maior credibilidade e se apresentou melhor clinicamente em situações com pouca perda de estrutura dental, enquanto a técnica combinada (C) apresentou melhor desempenho em situações de maior perda dentária. Portanto as *RBF* podem ser utilizadas em situações de perda de estrutura coronária extensa com alguns benefícios e desempenho adequado.

Referencias:

- [1] Lima JE de O. Cárie dentária: um novo conceito. R Dental Press Ortodon Ortop Facia. Maringá 2007;12(6):119-30.
- [2] Harris NO, Godoy FG, Nathe CN. Primary Preventive Dentistry. 7. ed. Pearson, Upper Saddle River, New Jersey; 2009.
- [3] Lira JK de F. Prevenção primária em medicina dentária: a saúde começa pela boca. 2012. Monografia (Mestre em Medicina Dentária) – Universidade Fernando Pessoa - Faculdade de Ciências da Saúde Porto, 2012.
- [4] Cury JA, Tenuta LMA. Evidências para o uso de fluoretos em odontologia. In: Odontologia baseada em evidências. Colgate-Palmolive e Associação Brasileira de Odontologia São Paul 2010;2(4):1-20.
- [5] Frazão P, Antunes JLF, Narvai PC. Perda dentária precoce em adultos de 35 a 44 anos de idade: estado de São Paulo, Brasil, 1998. Rev. Bras. Epidemiol. 2003;6(1):49-57.
- [6] Gupta N, Mahajan SSA, Kundra S, Yadav A. Cárie dentária, gengivite, periodontite: uma revisão. Rev. de Ciências Médicas e Biológicas 2009;8(1):75–84.
- [7] Zelic K, Vukicevic A, Jovicic G, Aleksandrovic S, Filipovic N, Djuric M. Mechanical weakening of devitalized teeth : three-dimensional Finite Element Analysis and prediction of tooth fracture. Int Endod J 2015;48(9):850–63.
- [8] Sadaf D. Survival Rates of Endodontically Treated Teeth After Placement of Definitive Coronal Restoration: 8-Year Retrospective Study. Ther Clin Risk Manag 2020;16(1):125–31.
- [9] Rodrigues M de P, Soares PBF, Gomes MAB, Pereira RA, Tantbirojn D, Versluis A et al. Direct resin composite restoration of endodontically-treated permanent molars in

adolescents: bite force and patient-specific finite element analysis. *JAOS* 2020;28(e20190544):1–11.

[10] Rosa Rodolpho PA, Donassollo TA, Cenci MS, Loguércio AD, Moraes RR, Bronkhorst EM et al. 22-Year clinical evaluation of the performance of two posterior composites with different filler characteristics. *Dent Mater* 2011;27(10): 955–63.

[11] Caneppele TMF, Bresciani E. Resinas bulk-fill - O estado da arte. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent* 2016;70(3):242–48.

[12] Chambrá C de F, Meireles SS, Duarte RM, Montenegro RV, De Andrade AKM et al. Resistência de união de compósitos do tipo Bulk Fill_ análise in vitro. *Rev Odontol UNESP* 2017;1(1)1–5.

[13] Bastianini ME, Do Prado RL, Marsicano JÁ, Santos MC, Dos Santos MRM, João SARO et al. Influência do pré-aquecimento no módulo de elasticidade, resistência flexural e coesiva de compósitos bulk-fill. *Revista Matéria* 2020;25(4):1-8.

[14] Reis A, Loguercio AD. *Materiais Dentários Diretos- Dos Fundamentos à Aplicação Clínica*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2021.

[15] Ende AV, De Munck J, Lise DP, Van Meerbeek B. Bulk-fill composites: A review of the current literature. *J Adhes Dent* 2017;19(2)95–109.

[16] Scarparo, A. (Org.). *Odontopediatria: bases teóricas para uma prática clínica de excelência*. 1ª ed. São Paulo: Manoele, 2021.

[17] Vicenzi CB, Benetti P. Características mecânicas e ópticas de resinas bulk-fill: revisão de literatura. *RFO* 2018;23(1):107–13.

[18] Hickel R, Peschke A, Tyas M, Mjör I, Bayne S, Peters M et al. FDI world dental federation - clinical criteria for the evaluation of direct and indirect restorations update and clinical examples. *J Adhes Dent* 2010;12(4):259–72.

[19] Atalay C, Yazici AR, Horuztepe A, Nagas E, Ertan A, Ozgunaltay G. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with bulk fill, bulk fill flowable, fiber-reinforced, and conventional resin composite. *Oper Dent* 2016;41(5):131–40.

[20] Martins LC, Oliveira LRS, Braga SSL, Soares CJ, Versluis A, Borges GA et al. Effect of Composite Resin and Restorative Technique on Polymerization Shrinkage Stress, Cuspal Strain and Fracture Load of Weakened Premolars. *J Adhes Dent* 2020;22(5):503–14.

[21] Demarco FF, Corrêa MB, Cenci MS, Moraes RR, Opdam N. J. Longevity of posterior composite restorations: Not only a matter of materials. *Dent Mater* 2012;28(1):87–101.

[22] Sande FH, Van de, Moraes RR, Elias RV, Montagner AF, Rodolpho PA, Demarco FF, Cenci MS. Is composite repair suitable for anterior restorations? A long-term practice-based clinical study. *Clin Oral Invest* 2019;23(6)2795–803.

- [23] Laske M, Opdam NJM, Bronkhorst EM, Braspenning JCC, Huysmans MCDNJM. Longevity of direct restorations in Dutch dental practices. Descriptive study out of a practice based research network. *J Dent* 2016;46(2015):12–7.
- [24] Wierichs RJ, Kramer EJ, Meyer-Lueckel H. Risk Factors for Failure of Direct Restorations in General Dental Practices. *J Dental* 2020;99(9):1039–046.
- [25] Sáry T, Garoushi S, Braunitzer G, Alleman D, Volom A. Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials Fracture behaviour of MOD restorations reinforced by various fibre-reinforced techniques – An in vitro study. *J Mech Behav Biomed Mater* 2019;98(1):348–56.
- [26] Al-Nahedh H, Alawami Z. Fracture Resistance and Marginal Adaptation of Capped and Uncapped Bulk-fill Resin-based Materials. *Oper Dent* 2020;45(2):43–56.
- [27] Endo Hoshino IA, Fraga Briso AL, Bueno Esteves LM, Santos PH Dos, Meira Borghi Frascino S, Fagundes TC. Randomized prospective clinical trial of class II restorations using flowable bulk-fill resin composites: 4-year follow-up. *Clin Oral Invest* 2022;26(9):5697-710.
- [28] Sekundo C, Fazeli S, Felten A, Schoilew K, Wolff D, Frese C. A randomized clinical split-mouth trial of a bulk-fill and a nanohybrid composite restorative in class II cavities: Three-year results. *Dent Mater* 2022;38(5):759–68.
- [29] Loguercio AD, Rezende M, Gutierrez MF, Costa TF, Armas-Vega A, Reis A. Randomized 36-month follow-up of posterior bulk-filled resin composite restorations. *J Dent* 2019;85(3):93–102.
- [30] Kaisarly D, Langenegger R, Litzenburger F, Heck K, Gezawi MEL, Rösch P, Kunzelmann KH. Effects of application method on shrinkage vectors and volumetric shrinkage of bulk-fill composites in class-II restorations. *Dent Mater* 2022;38(1)79–93.