

UNIVERSIDADE CESUMAR UNICESUMAR
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

BIOMIMÉTICA: PRINCÍPIOS E TÉCNICAS

CAMILA FANHANI COLAUTO
STEFANI GENARO EICHENBERG

MARINGÁ – PR
2021

Camila Fanhani Colauto
Stefani Genaro Eichenberg

BIOMIMÉTICA: PRINCÍPIOS E TÉCNICAS

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Odontologia da Universidade Cesumar – UNICESUMAR como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel(a) em Odontologia, sob a orientação do Prof^ª. Dra. Sheila Regina Bernini Polaquini.

MARINGÁ – PR
2021

FOLHA DE APROVAÇÃO
CAMILA FANHANI COLAUTO
STEFANI GENARO EICHENBERG

BIOMIMÉTICA: PRINCÍPIOS E TÉCNICAS

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Odontologia da Universidade Cesumar – UNICESUMAR como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel(a) em Odontologia, sob a orientação do Prof^a. Dra. Sheila Regina Bernini Polaquini.

Aprovado em: ____ de Dezembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Sheila Regina Bernini Polaquini – UNICESUMAR – Universidade Cesumar

Prof. Dr. Guilherme Saintive Cardia – UNICESUMAR – Universidade Cesumar

Prof^a. Dra. Lívia de Souza Tolentino Cardia – UNICESUMAR – Universidade Cesumar

BIOMIMÉTICA: PRINCÍPIOS E TÉCNICAS

Camila Fanhani Colauto
Stefani Genaro Eichenberg

RESUMO

A odontologia biomimética compreende a técnicas de adesão avançada. Um dente restaurado com adesivo apresenta mais aptidão para lidar com tensões funcionais. Por isso, o presente trabalho teve como objetivo apresentar os princípios e técnicas da biomimética aplicada na odontologia minimamente invasiva, através de uma revisão de literatura. A metodologia utilizada foi a busca na literatura nas bases de dados Google Acadêmico e PubMed, com recorte temporal de 1999 a 2021. As palavras-chave utilizadas para a pesquisa foram: "Odontologia biomimética", "cárie", "remoção seletiva de tecido cariado", "zona de selado periférico", "fotopolimerização", "resina composta", "Biomimetic dentistry", "cavities", "selective removal of decayed tissue", "peripheral sealed zone", "light curing", "composite resin". Foram incluídos artigos em Português e Inglês que abordassem a temática proposta. Dentre as etapas do procedimento restaurador, destaca-se o uso dos sistemas adesivos para selamento imediato da dentina, cujo o intuito é reduzir infiltrações de microrganismos e diminuir a sensibilidade dentinário, e promovendo a longevidade das restaurações. Verificou-se que em cavidades profundas podem ser utilizados técnicas de restauração indireta, como *inlay* e *onlay*. Conclui-se que a odontologia biomimética pode ser empregada com facilidade por clínicos em seus consultórios, com resultados promissores.

Palavras-chave: Restauração Dentária Permanente. Resinas Compostas. Adesivos Dentinários.

BIOMIMETICS: PRINCIPLES AND TECHNIQUES

ABSTRACT

Biomimetic dentistry comprises advanced adhesion techniques. A tooth restored with adhesive is better able to handle functional stresses. Therefore, the present work aimed to present the principles and techniques of biomimetics applied in minimally invasive dentistry, through a literature review. The methodology used was a literature search in Google Academic and PubMed databases, with a time frame from 1999 to 2021. The keywords used for the research were: "Biomimetic Dentistry", "cavities", "selective removal of decayed tissue", "peripheral sealed zone", "light curing", "composite resin", "Biomimetic dentistry", "cavities", "selective removal of decayed tissue", "peripheral sealed zone", "light curing", "composite resin". Articles in Portuguese and English that addressed the proposed theme were included. It was found that indirect restoration techniques such as inlay and onlay can be used in deep cavities. Among the steps of the restorative procedure, the use of adhesive systems for immediate dentin sealing stands out, with the aim of reducing microorganism infiltration and decreasing dentin sensitivity, and promoting the longevity of restorations. It was found that indirect restoration techniques such as inlay and onlay can be used in deep cavities. We concluded that biomimetic dentistry can be easily employed by clinicians in their offices, with promising results.

Keywords: Dental Restoration Permanent. Composite resines. Dentin-Bonding Agents.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 METODOLOGIA.....	7
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	8
3.1. CONCEITO	8
3.2. FUNDAMENTOS DA BIOMIMÉTICA.....	8
3.2.1. Protocolos de redução de estresse.....	9
3.2.2. Protocolos de maximização de adesão.....	9
3.3. REMOÇÃO SELETIVA DE TECIDO CARIADO.....	10
3.4. CONCEITO DA ZONA DE SELADO PERIFÉRICO.....	11
3.5. IMPORTÂNCIA DA ADESÃO.....	12
3.6. ELEVAÇÃO DE MARGEM.....	13
3.7. INSERÇÃO E FATOR DE CONTRAÇÃO.....	14
3.8. USO DE FIBRAS.....	14
3.9. FOTOPOLIMERIZAÇÃO.....	16
3.10. SELAMENTO IMEDIATO DENTINÁRIO.....	18
3.11. RESTAURAÇÕES INDIRETAS CONFECIONADAS EM RESINA COMPOSTA.....	19
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	19
REFERÊNCIAS.....	21

1 INTRODUÇÃO

A perspectiva em relação à conduta restauradora avança frequentemente, evoluindo da retenção mecânica para a adesão avançada. Essa mudança deve-se à evolução nos materiais adesivos e, mais importante, pela disseminação mundial da ciência e técnicas de adesão avançada, denominada como odontologia biomimética. (MAGNE; BELSER, 2002). Consequentemente, preservar o dente intacto é essencial para essa conduta, que corresponde impecavelmente com a adesão.

Parecido com o dente natural intacto, um dente restaurado com adesivo é mais apto de lidar e gerenciar tensões funcionais. Assim, o dente biomimeticamente restaurado elimina falhas em restaurações e trincas em dentina que se desenvolvem com o resultado das alterações e concentrações de estresse, eliminando ou contendo a dor e a sensibilidade pós-operatórias e conservando a vitalidade, já que as bactérias não são capazes de invadir e matar a polpa. A flexibilidade natural e a resistência à fratura de um dente também são reforçadas quando hidratadas pela polpa vital (ALLEMAN; MAGNE, 2012).

Este trabalho teve como objetivo apresentar, através de uma revisão de literatura, a finalidade de estabelecer os princípios e técnicas da biomimética aplicada na odontologia minimamente invasiva, ou seja, oferecer ao dente a naturalidade, estética, resistência e função, preservando o máximo de estrutura dentária. Também será abordado sobre materiais restauradores, protocolos de tensão e de aderência, técnicas e suas aplicações na clínica diária.

2 METODOLOGIA

Realizou-se uma revisão de literatura por meio da base de dados Google Acadêmico e PubMed, com recorte temporal de 1999 a 2021. As palavras-chave utilizadas para a pesquisa foram: “Odontologia biomimética”, “cárie”, “remoção seletiva de tecido cariado”, “zona de selado periférico”, “fotopolimerização”, “resina composta”, “Biomimetic dentistry”, “cavities”, “selective removal of decayed tissue”, “peripheral sealed zone”, “light curing”, “composite resin”. Foram incluídos artigos em Português e Inglês que abordassem a temática proposta.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1. CONCEITO

A Odontologia Biomimética, origina-se do termo "biomimético", que deriva da língua grega, uma vez que "*bios*" significa "vida" e "*mimetikos*" significa "imitativo". Por trás dessa etimologia, se estabelecem os princípios e os conceitos relacionados a preservação da estrutura natural dental, como a redução de estresse e protocolos de maximização de ligação, utilizando dentre eles, sistemas adesivos modernos mantendo a característica e a completude dos tecidos dentais. Tem a finalidade de devolver ao dente sua estética, resistência e função (DIONYSOPOULOS; GERASIMIDOU, 2020).

Sobre a Odontologia Biomimética, pode-se afirmar que:

Por trás do conceito da odontologia biomimética se estabelece a educação dos cirurgiões-dentistas na identificação de lesões cáries e sua remoção, bem como em restaurações conservadoras da estrutura do dente que reflete na resistência ao desgaste. Alguns dos conceitos que promovem a odontologia biomimética, incluem a conservação da polpa dentária, reparo ou eliminação de defeitos dentais, remoção da patologia dental, salvando, fortalecendo e deixando intacta a estrutura do dente, e atrasando o ciclo de retratamento (ALLEMAN; MATTHEW, 2017, p. 64).

3.2. FUNDAMENTOS DA BIOMIMÉTICA

Com o propósito de sintetizar artefatos semelhantes que imitem o natural por mecanismos artificiais, a biomimética tem como base analisar a formação, estrutura ou função de substâncias e materiais produzidos biologicamente. O princípio básico da biomimética é restaurar todas as funções dos tecidos dentários preparados através da combinação de tecidos duros, de forma que a tensão funcional faça com que toda a coroa dentária tenha os resultados finais da função biológica e estética (PANAGHIOTIS BAZOS, 2011).

De acordo com Alleman et al. (2017), a Odontologia Biomimética é fundamentada em alguns padrões que são divididos em dois grupos: a) protocolos de redução de estresse e b) protocolos de maximização de adesão.

3.2.1. Protocolos de redução de estresse

Os protocolos de redução de estresse, segundo Alleman et al. (2017), incluem:

- 1) O uso indireto ou semidireto de restaurações para substituição do esmalte oclusal e interproximal;
- 2) A redução da espessura do incremento dos compósitos (< 2 mm) nas superfícies dentinárias;
- 3) A incorporação de fibras de reforço em restaurações compostas;
- 4) A seleção de técnicas de polimerização de início lento ou ativadas por pulsos;
- 5) A utilização de resinas para substituição de dentina com baixa contração (< 3%) e intervalo de módulo de elasticidade entre 12-20 GPa;
- 6) A utilização de materiais compósitos de dupla cura na restauração de câmaras de polpa em dentes não vitais;
- 7) A remoção de trincas dentinárias em um raio de 2 mm da junção dentino-esmalte;
- 8) A utilização de *onlay* em cúspides mais finas do que 2 mm;
- 9) A verticalização das forças oclusais através do restabelecimento da orientação anterior com resinas aderidas à superfície lingual das cúspides maxilares e às superfícies faciais das cúspides mandibulares;
- 10) Diminuição do estresse residual: O estresse residual, embora difícil de visualizar, leva à deformação das cúspides, formação de lacunas, trincas, dor e sensibilidade, além de cáries recorrentes. Reduzir o estresse residual, mantendo a máxima força possível de ligação, é o objetivo final de qualquer técnica restauradora biomimética.

3.2.2. Protocolos de maximização de adesão

Os protocolos de maximização de adesão, de acordo com Alleman et al. (2017), incluem:

- 1) Garantia de uma zona livre de cárie de 2-3 mm circunferencialmente ao redor da cavidade, sem expor a polpa;
- 2) Reparo de restaurações de resina aplicando técnicas de modificação de superfície (abrasão de ar, silano, etc.);
- 3) Biselamento do esmalte antes restauração;
- 4) Desativação das metaloproteinases da matriz (Digluconato de Clorexidina 2%);
- 5) Utilização de sistemas de adesão em dentina padrão ouro, que podem alcançar

valores de ligação de 25-35 MPa no esmalte e 40-60 MPa em superfícies planas de dentina;

- 6) Uso do selamento imediato de dentina (pode aumentar a resistência de ligação em testes de micro-tração em até 400%). Uma adesão forte e segura permite que um selamento marginal de longo prazo seja estabelecido e mantido durante tensões funcionais, além de proporcionar um aumento da manutenção da vitalidade da polpa. Ao manter o selamento marginal a restauração manterá função de longo prazo sem cáries recorrentes, fraturas dentárias ou necrose da polpa. Um dente vital também é três vezes mais resistente à fratura;
- 7) Revestimento da dentina com resina e o selamento imediato da mesma usando uma resina fluida ou um compósito restaurador de baixa viscosidade com um módulo de elasticidade de cerca de 12 GPa e
- 8) Elevação das margens da caixa proximal sub gengival para uma posição supra gengival para obter resistência de união à micro tração > 30 MPa.

Dentre as formas de atingir a força máxima de adesão: reduzir o estresse de polimerização na camada híbrida em desenvolvimento resulta em um aumento de 300 a 400% na força de adesão. As melhores forças de ligação à dentina, na faixa de 30 MPa a 60 MPa estão na mesma faixa que as forças de adesão ao esmalte e da junção amelodentinária. Esta ligação forte permite que o dente biomimeticamente restaurado funcione e disperse tensões funcionais como um dente natural intacto.

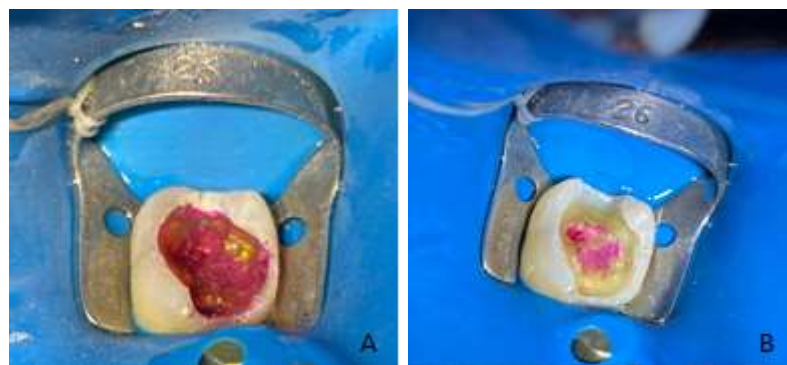
3.3. REMOÇÃO SELETIVA DE TECIDO CARIADO

Em alguns dentes com cavidades profundas de lesões cariosas são utilizados sistemas visuais e táteis, que determinam qual será o limite da remoção ideal, como a magnificação e sinais fotônicos (fluorescência, infravermelho ou radiometria fototérmica) que podem ajudar na avaliação e diagnóstico da atividade da cárie. Para essa remoção ser correta, foram criados protocolos com evidenciador de cárie.

Existe uma tecnologia de fluorescência a laser chamada DIAGNOdent que também pode ser usada para determinar o limite da remoção ideal, criando uma zona de vedação periférica, que suporta mais restaurações biomiméticas. A fluorescência causada na dentina cariada é utilizada para a orientação de remoção de tecidos; na necrose, a dentina infectada pela cárie só parece verde-escura, enquanto a dentina

afetada por cárie é verde-cinza com sombras vermelhas. pesquisadores desenvolveram um corante para cárie à base de propilenoglicol para ser utilizado pelos clínicos, o que facilita a remoção da área mais externa das lesões. A combinação do evidenciador com o DIAGNODENT representaria o cenário ideal, no entanto, a utilização de corantes tem obtido bons resultados clínicos na criação da zona de selado periférico. (MAGNE; ALLEMAN, 2015).

Figura 1A e B. A) Dente com evidenciador de cárie. B) Aspectos clínicos após remoção seletiva do tecido cariado.



Fonte: Arquivo pessoal (2021).

3.4. CONCEITO DA ZONA DE SELADO PERIFÉRICO

A Zona de Selado Periférico é gerada quando chegamos nos pontos finais de remoção das lesões de cáries profundas, essa zona gera uma vedação periférica que suportam as restaurações biomiméticas a longo prazo. Para isso é ideal que não se exponha a polpa vital com a remoção da infecção e que se preserve a estrutura dental, impedindo pulpites irreversíveis e posteriores tratamentos endodônticos. Esses pontos finais limitam a resistência e a durabilidade da reconstrução adesiva (KARAARSLAN et al., 2012).

Para que haja uma excelente zona de selado periférico devemos criar uma zona de vedação de 1 a 3 mm de largura localizada na dentina. Quando a dentina forma a maior parte da estrutura do dente deve medir de 5 a 6 mm da superfície oclusal. Se for em dentina intermediária, 3 a 4 mm de superfície oclusal. E quando perto da polpa vital do dente > 5 mm da superfície oclusal ou > 3 mm da JDE, deve-se parar a remoção da lesão de cárie, com o auxílio da sonda periodontal medimos a

profundidade da estrutura dental. O intuito dessa remoção correta é para que haja uma perfeita ligação adesiva, assim conservando e aumentando a resistência da estrutura dental, deste modo a ligação da dentina com o adesivo deve imitar a força natural de um dente (ALLEMAN; MAGNE, 2012).

3.5. IMPORTÂNCIA DA ADESÃO

Os sistemas adesivos apresentam várias funções e aplicabilidade nas atividades odontológicas atuais e se tornaram essenciais, pois a demanda dos tratamentos com restaurações estéticas vem aumentando. Independente do tratamento, os sistemas adesivos são encarregados de promover uma união entre os substratos dentais e a restauração, resultando em uma boa adesão aos diversos substratos que compõem o elemento dentário. Para que essa escolha seja feita de maneira correta, o dentista deve compreender as origens, composição, mecanismo de ação e modo de aplicação de cada sistema, ou seja, a união adesiva só será confiável quando executada corretamente o protocolo bem definido e executado.

Diversos tipos de sistemas adesivos encontram-se disponíveis no mercado, divididos em convencionais e autocondicionantes, o que torna difícil escolher o material “ideal” frente aos diferentes passos clínicos e cuidados a serem observados durante a sua aplicação. A composição dos diferentes sistemas adesivos, seu mecanismo de ação nos substratos dentários, a forma de aplicação clínica e suas implicações frente à incorreta utilização e aos desafios existentes no ambiente bucal, constituem-se tópicos essenciais para o sucesso (RICCI et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2010).

Com o desenvolvimento de adesivos aprimorados, o uso e as indicações das bases para proteção pulpar diminuíram. A utilização de uma técnica bem executada, é dispensada a aplicação de protetores pulpares indiretos como bases ou forradores nas paredes cavitárias. A evolução nos adesivos permite uma maior adesividade na dentina e diminui sua microinfiltração. Selar imediatamente a dentina com um sistema de união de dentina depois de preparar a cavidade permite que a camada híbrida de dentina em desenvolvimento amadureça por um período de tempo apropriado e melhora a resistência de união geral (ALLEMAN et al., 2021).

3.6. ELEVAÇÃO DE MARGEM

A Biomimética tem como objetivo a longevidade de suas restaurações, preservando sua anatomia, estrutura e quaisquer outras alterações. Dietschi e Spreafico (1998) abordaram a elevação da margem profunda: eleva-se uma base de resina composta e assim conduz coronalmente uma margem proximal.

A elevação de margem se tornou uma alternativa para vários casos na odontologia, como o aumento de coroa e confecção de grandes restaurações diretas de resina composta. A margem subgingival pode ser prejudicial em vários casos de restaurações, pode ferir os tecidos periodontais, prejudicar algumas restaurações indiretas e preparos como o isolamento com dique de borracha, cimentação adesiva e técnicas de moldagem (MAGNE; SO; CASCIONE, 2007).

Todo o procedimento é feito com isolamento absoluto e uso de matriz. A definição de DME pode ser usada em associação com o selamento dentinário imediato (IDS), melhorando assim o selamento marginal e a adesão de restaurações adesivas indiretas. A resina composta também é utilizada para reforço de cúspides ocultas recobertas, selamento de dentina, preenchimentos trincas e para fornecer adaptação para as restaurações do tipo *inlay/onlay* (ALGHULIKAH et al., 2021)

Para que haja o sucesso do DME é necessário a utilização de uma matriz curva, pois a matriz tradicional não vai gerar o perfil de emergência necessário. Estruturas da parede vestibular e lingual devem estar presentes para suportar a matriz. A altura da matriz deve ser reduzida para que ela sele a margem com eficiência, sem a utilização de cunha. Utilizar brocas diamantadas de granulação fina com spray de água abundante para a remoção de contaminações e resíduos. Aplicar o IDS e utilizar um adesivo de dentina de três etapas, condicionamento e enxágue. A preparação tem na presença da matriz, acompanhado pela aplicação de uma base de resina composta incrementos de um a dois mm. Podem ser utilizadas resinas compostas tradicionais ou fluídas para o DME. Quando um material restaurador micro-híbrido ou nano-híbrido é usado, é recomendado pré-aquecer o material para facilitar a colocação e minimizar o risco de espaços entre as camadas. A polimerização final é feita através de uma camada de gel de glicerina (bloqueio de ar). Após a DME e o preparo concluído, retirar os excessos de resina composta com lâmina 12 ou uma cureta de foice, radiografar para certificar que não haja excessos ou bolhas antes da preparação final (MAGNE; HARRINGTON; SPREAFICO, 2012).

3.7. INSERÇÃO E FATOR DE CONTRAÇÃO

A fim de reduzir as falhas na estrutura dental que são provocadas pelas deformações estruturais, tensões de contração, foram desenvolvidas técnicas de aprimoramento como inserção do material, tempo e intensidade de ativação de luz e amplitude da cavidade (VERSLUIS et al., 1996; NEIVA et al., 1998; TANTBIROJN et al., 2011; SOARES et al., 2013; BICALHO et al., 2014)

Alguns protocolos restauradores causam fatores indesejados, e procurando minimizar essas falhas, a técnica incremental, é a técnica mais indicada para reduzir a contração de polimerização. Essa técnica de inserção, no início era aplicada em camadas horizontalmente em resina composta, posteriormente verificou que seria necessário distribuir melhor as tensões da técnica, aplicando a técnica incremental oblíqua que resulta na maior resistência (SOARES et al., 2013).

No entanto, as resinas compostas sofrem contração durante a polimerização, sofrendo tensões que geram sinais clínicos como, cáries secundárias, infiltrações, sensibilidade ou hipersensibilidade, trincas ou fratura da estrutura dental remanescente. (BUERGESS et al., 2010). A incorreta aplicação da técnica incremental, pode acarretar em falhas, como lacunas entre as camadas de inserções (GAROUSHI; SÄILYNOJA; VALLITTU; LASSILA et al., 2013)

3.8. USO DE FIBRAS

Com o objetivo de melhorar a resistência, dureza e contração de polimerização de grandes restaurações com compósitos de resina composta particulada, foi proposto a utilização de fibras para suportar maiores tensões. (GAROUSHI et al., 2007).

No decorrer da vida de um dente, ele pode sofrer sobrecargas extrínsecas, alguns riscos naturais, como sementes, corpo estranho rígido, formando rachaduras, fraturas em esmalte e ou dentina. Pode haver também o comprometimento por restaurações pré-existentes, cáries e procedimentos endodônticos causando destruição das estruturas dentárias.

O complexo dentino-esmalte é reconhecido por suas estruturas biomecânicas e físicas, que funcionam juntos em equilíbrio mesmo tendo propriedades elásticas

diferentes e suportam algumas rachaduras. As restaurações nessas regiões devem preservar a estrutura dentária sólida, maximizando a adesão e diminuindo o estresse para imitar o dente na sua naturalidade e características funcionais (GOSWAMI, 2018).

As fibras de polietileno são fibras tratadas com plasma e são indicadas para complementar as restaurações de resina compostas indiretas ou diretas reforçando sua longevidade e sua resistência para suportar novos danos. São fibras de reforço, com fios multidirecionais e interseções nodais que geram cargas e enviam as forças oclusais para uma região maior do compósito restaurador dentário, modificando as tensões interfaciais criadas por toda a extensão das paredes da cavidade (GAROUSHI et al., 2007).

Ainda que não tenha muitos estudos publicados na literatura, o uso de fibras Ribbond tem sido proposto para aumentar a resistência a fraturas de restaurações, bloqueio de rachaduras, restauração de cavidades MOD todas tiveram sucesso e testes laboratoriais, preservando assim os tecidos dentais saudáveis restantes em dentes estruturalmente comprometidos (GAROUSHI et al., 2007).

O uso combinado de variados materiais restauradores e técnicas para substituir os tecidos dentários dos dentes posteriores, vem sendo aplicada para diminuir os fatores de riscos e aumentar a resistência ao desgaste. As restaurações de dentes posteriores estão sujeitas a diversas falhas, e para aprimorar suas propriedades mecânicas é necessário reduzir o estresse de polimerização, utilizando a técnica de estratificação incremental. Além do compósito ideal é necessário identificar as falhas em uma restauração, para Brunthaler et al. (2003) as falhas mais relevantes são as fraturas e cárie secundária.

O composto reforçado com fibra, tem sido muito eficaz para restaurar dentes vitais e não vitais, corresponde a uma matriz de resina, fibras de vidro orientadas aleatoriamente e cargas particuladas inorgânicas, com o objetivo de reproduzir a absorção de tensão da dentina, assim, fortificando o dente internamente e impedir futuras fraturas. Também é utilizado em fibras individuais, com o fim de impedir rachaduras. Para que a técnica seja eficiente vários aspectos devem ser considerados, como, a posição e orientação das fibras, a adesão das fibras à matriz polimérica, as resinas utilizadas e a absorção das fibras na resina.

Os compósitos de resina fortificados com fibras de vidro curtas orientadas aleatoriamente apresentam propriedades mecânicas evoluídas em relação à

resistência à fratura, dureza e contração de polimerização, tolerando tensões em comparação ao compósito de enchimento particulado (PFC). Portanto, o compósito reforçado com fibra curta pode ser benéfico em aplicações que suportam tensões em restaurações grandes. Hoje, o uso de restaurações de resina composta ainda é um desafio em situações de suporte de tensões. Aconselha-se usar os compósitos de resina fortificados com fibras de vidro curtas em um tratamento biomimético para aplicações que necessitam desse tipo de suporte de estresse, não interfere na estética do dente nas restaurações (KEULEMANS et al., 2011)

O protocolo de fibras permite que os dentistas não apenas criem preparações minimamente invasivas, mas preservem os tecidos dentários restantes, que são estruturalmente comprometidos. Evitando a criação de ângulos durante a preparação da cavidade minimiza a intensidade de estresse nas demais estruturas do dente e o compósito restaurador; permitindo algum tempo para a maturação da ligação dentinária e para projetar o posicionamento estratégico do material restaurador na cavidade para resistir a rachaduras e imitar as características de desempenho do intacto dente natural. Estes são os fundamentos para preencher restaurações diretas de resina composta com redução de tensões em dentes estruturalmente comprometidos (ALLEMAN; DELIPERI, 2020; DELIPERI; ALLEMAN, 2017; LASSILA et al., 2019; KEULEMANS et al., 2011)

3.9. FOTOPOLIMERIZAÇÃO

A fotopolimerização, tem função de promover a conversão de monômeros resinosos em polímeros, e alguns fatores implicam na eficácia dessa conversão sendo elas: a intensidade e comprimento de onda da luz emitida pelo aparelho fotopolimerizador, tempo de exposição à luz, volume de material restaurador a ser fotopolimerizado, quantidade e tipo de fotoiniciador presente no material, tipo de partícula de carga presente, distância da ponta do aparelho fotopolimerizador em relação ao incremento a ser fotopolimerizado (técnica de fotopolimerização), a cor e o grau de translucidez da resina utilizada.

Em uma conversão de alto nível, há uma melhora na qualidade das propriedades biológicas, físicas, químicas e mecânicas da resina, propiciando maior longevidade e as chances de insucesso no tratamento diminuem. Para incrementos de 2 mm de resina composta, se a intensidade da luz não atingir no mínimo 400 a 500

mW/cm², o prognóstico pode ser ruim, pois pode causar interface entre a resina e o dente, permite diversos fatores negativos, como: microinfiltração e acúmulo de fluidos bacterianos, modificação da cor final da restauração, instabilidade dimensional, possíveis quedas das restaurações, sorção de água, biocompatibilidade reduzida, maior desgaste, diminuição da dureza e do módulo de elasticidade

Os mais recentes lançados no mercado são os led portáteis, porém com limitação devido seu comprimento de onda de 150 a 490 mW/cm², cuja fonte de luz são diodos que emitem luz fria numa faixa estreita próxima de 470 mW/cm². Com as vantagens de não gerar calor, proporcionar uma luz monocromática, dispensa o uso de filtros, além de terem maior durabilidade que os aparelhos de luz halógena convencionais. Ao contrário das outras luzes que viajam em todas as direções, a luz laser possui um padrão de coerência único, onde os fótons são produzidos e liberados em frequências e amplitudes idênticas, ou seja, na mesma direção.

Em estudos realizados com fotopolimerização de led, foi comparado a luz LED de alta intensidade (3200 mW / cm²) e os luz LED de intensidade padrão (1200 mW / cm²), e não foi encontrada diferença no sucesso da polimerização, as duas se apresenta boa qualidade desde que aplicada corretamente, embora a luz LED de alta intensidade utilizada com um tempo de cura mais curto pode ser considerado uma vantagem devido ao tempo reduzido na cadeira.

Ainda com o intuito de evitar o insucesso das restaurações, foram desenvolvidos métodos diferentes para aplicação da fotopolimerização das resinas compostas. A técnica mais utilizada, considerada convencional tem como finalidade fornecer 100% da intensidade luminosa durante todo o tempo; a outra técnica chamada soft-start ou gradual, é feita através do afastamento da fonte luminosa no período inicial (primeiros 10 ou 20 segundos), e a posterior aproximação para o término da fotoativação; a polimerização gradual exponencial ou em rampa, onde a potência vai sendo aumentada gradativamente de uma potência inicial pequena para uma potência máxima dentro do tempo de ativação da resina e a técnica pulse delay ou pulso tardio onde a luz é colocada por 5 segundos dá-se 1 minuto de intervalo e mais 35 segundos de luz são aplicados (SAHAFI et al., 2001) *pulse cure* ou pulso de luz onde são emitidos flashes de luz durante todo o tempo de fotopolimerização (CALDARELLI et al., 2011; BUSATO et al., 2007; AMARA et al., 2021; WARD et al., 2015).

3.10. SELAMENTO IMEDIATO DENTINÁRIO

Ao preparar o dente para restaurações indiretas como *inlays*, *onlays*, e coroas, há exposição dentinária frequentemente, o que pode desencadear dos pós-operatória. Para proteger essa dentina logo após o preparo cavitário, pode ser aplicado um adesivo dentinário, tal procedimento é conhecido como selamento imediato da dentina (MORAES; PEIXOTO, 2015).

O selamento imediato dentinário promove a formação da camada híbrida sobre um substrato de dentina ideal, o dente fica protegido contra microrganismos presentes na saliva, que podem se infiltrar no tempo em que a restauração provisória permanecer cimentada (PAZINATTO, 2010).

A moldagem é realizada após a aplicação do sistema adesivo com o objetivo de minimizar possíveis alterações do modelo de gesso e o dente pelo excesso de adesivo. A pré-hibridização torna-se a etapa que propicia uma maior resistência adesiva, menor sensibilidade dentinária e a certeza de uma correta polimerização do sistema adesivo (FRANKENBERGER, 2007; TERRY et al., 2009).

A técnica de selamento imediato da dentina tem como base 4 princípios: 1) Apenas a dentina minimamente processada e livre de contaminação fornece o substrato ideal para colagem; 2) Se o agente de união à dentina e o composto de sobreposição são fotopolimerizados juntos, a camada híbrida pode colapsar devido à colocação de compósito ou restauração; 3) O selamento imediato da dentina e a colocação da restauração depois permite a maturação da ligação dentinária em um ambiente livre de forças oclusais e encolhimento do composto sobreposto; 4) O selamento imediato da dentina reduz a infiltração de fluídos e bactérias (SAMARTZI et al., 2021).

3.11. RESTAURAÇÕES INDIRETAS CONFECCIONADAS EM RESINA COMPOSTA

Dentes com extensa destruição coronária são grandes desafios para reabilitação, nesses casos são necessárias soluções restauradoras mais complexas (PESSOA et al., 2019; STAPE et al., 2013). Um dos materiais mais utilizados em

dentes posteriores é a resina composta, cujas propriedades mecânicas, estéticas e funcionais são boas (CARDOSO et al., 2012).

Em cavidades extensas, o uso da técnica direta em resina composta pode não ser efetivo para resistir as cargas mastigatórias (MONTEIRO et al., 2017), por isso, indica-se a realização da técnica indireta. A técnica indireta minimiza inconvenientes como a contração de polimerização, visto que elas são confeccionadas fora da boca e passam por uma termopolimerização adicional em temperaturas elevadas (GUIMARÃES et al., 2020; DIAS et al., 2017).

Restaurações indiretas como *inlay* e *onlay* podem ser realizadas com resinas compostas, pois possuem módulo de elasticidade similar à dentina (CARDOSO et al., 2012). Esta técnica está indicada em cavidades amplas de dentes posteriores vitais ou com tratamento endodôntico, sempre que houver necessidade de recobrir e reforçar cúspides, espaços interdentários grandes, difíceis de reconstruir de forma direta e realizar várias restaurações em um mesmo quadrante (BOUBETA, 2019).

O preparo correto da estrutura do remanescente permite uma longevidade das restaurações indiretas. A cavidade deve-se preparada por meio de pontas diamantadas específicas, o desgaste da estrutura dentária é feito de forma seletiva e o preparo deve ter conformação expulsiva (VEIGA et al., 2016).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os avanços dos sistemas adesivos, foi possível manter a integridade do dente por meio da odontologia biomimética, cuja adesividade é avançada. Por isso, buscou-se avaliar os princípios e técnicas da biomimética aplicada na odontologia minimamente invasiva. Verificou-se que os casos de destruição coronária extensas que necessitam de restaurações mais complexas, indica-se a técnica indireta com resina composta. Para garantir uma boa adesão, realiza-se a proteção da dentina com adesivo antes de fazer a moldagem. Tal procedimento é denominado de selamento imediato da dentina e promove diversos benefícios como diminuição do risco de fraturas, menor sensibilidade dentinária e redução da infiltração de microrganismos, portanto, é uma etapa indispensável para garantir a longevidade de uma restauração indireta. Conclui-se que as técnicas biomiméticas podem ser aplicadas pelo clínico com facilidade em seus consultórios, e seus resultados parecem promissores.

REFERÊNCIAS

ALLEMAN, D.; DELIPERI, S.; RUDO, D. Stress-reduced Direct Composites for the Restoration of Structurally Compromised Teeth: Fiber Design According to the “Wallpapering” Technique. **Operative Dentistry**, v. 42, n. 3, p. 233-243, 2016.

ALLEMAN, D.S.; MAGNE, P.A. systematic approach to deep caries removal end points: the peripheral seal concept in adhesive dentistry. **Quintessence Publishing Deutschland**, v. 43, n. 3, p. 197-208, 2012.

AMARA, A.M.; DEZOTTI, A.C.C.; LIMA, J.T.; PARREIRA, L.F.S.; LENARDUZZI, L.; BAIÃO, T.M. **Avaliação da influência da intensidade de luz dos aparelhos fotopolimerizadores em restaurações com resina composta: teste de microinfiltração marginal**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Odontologia) - Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, SP, 2021.

BAZOS P.; MAGNE, P. Bio-Emulation: Biomimetically emulating nature utilizing a histo-anatomic approach; structural analysis. **The European Journal of Esthetic Dentistry**, v. 6, n. 1, p. 8-19, 2011.

BOUBETA, C.G. **Restaurações Indiretas com Resina Composta em Dentes Posteriores**. Dissertação [Mestrado] – Instituto Universitário de Ciências da Saúde, 2019.

BUSATO, A. L. S.; VALIN, R. R.; AROSSI, G.; REICHERT, L.; SONZA, Q.; MELO, G. Métodos de fotopolimerização. **Stomatós**, v. 13, n. 24, p. 45-52, 2007.

BRUNTHALER, A.; KÖNIG, F.; LUCAS, T.; SPERR, W.; SHEDLE, A. Longevity of direct resin composite restorations in posterior teeth. **Clinical Oral Investigations**, v. 7, n. 2, p. 63-70, 2003.

CALDARELLI, P. G.; BELTRANI, F. C.; PEREIRA, S. K.; CARDOSO, S. A.; HOEPPNER, M. G. Aparelhos fotopolimerizadores: Evolução e aplicação clínica - uma revisão da literature. **Odontol. Clín.-Cient**, v. 10, n.4, p. 317-321, 2011.

CARDOSO, R.M.; CARDOSO, R.M.; GOMES, M.P.; GUIMARÃES, R.P.; MENEZES FILHO, P.F.; SILVA, C.H.V. Onlay com resina composta direta: Relato de caso Clínico. **Odontologia Clínico-Científica**, v. 11, n. 3, p. 259-264, 2012.

DIAS, G.F.; FERRAZ, T.R.K.; SALANTI, L.; MELLO, A.; ALVES, F.B.T. Restaurações indiretas em resina composta: uma alternativa clínica para molares decíduos. **Revista Stricto Sensu**, v. 2, n. 2, 2017.

DIONYSOPOULOS, D.; GERASIMIDOU, O. Biomimetic Dentistry: Basic Principles and Protocols. **ARC Journal of Dental Science**, v. 5, n. 3, p.1-3, 2020.

DOUGLAS, W. H.; MAGNE, P. Rationalization of Esthetic Restorative Dentistry Based on Biomimetics. **Journal of esthetic Dentistry**, v. 11, n. 1, p. 5-15, 1999.

FRANKENBERGER, R. Microtensile bond strengths to cavity floor dentin in indirect composite restorations using resin coating. **Blackwell Munksgaard**, v. 19, n. 1, p. 47-48, 2007.

GAROUSHI, S.; SUNGUR, S.; BOZ, Y.; OZKAN, P.; VALLITTU, P. K.; UCTAASLI, S.; LASSILA, L. Influence of short-fiber composite base on fracture behavior of direct and indirect restorations. **Clinical Oral Investigations**, v. 25, n. 7, p. 4543-4552, 2021.

GOSWAMI, S. Biomimetic Dentistry. **Journl of Oral Research and Review**, v. 10, n. 1, p. 28-32, 2018.

GUIMARÃES, A.A.A.; CUNHA, J.A.S.C.; MAGALHÃES, L.R.; NEVES, D.E.R.; MONTEIRO, G.Q.M.; ESPÍNDOLA-CASTRO, L. F. Substituição de restaurações em amálgama de prata por resina composta pelas técnicas direta e indireta: caso clínico. **Rev Ciência Saúde**, v. 5, n. 1, p. 14-19, 2020.

LASSILA, L.; SAILYNOJA, E.; PRINSSI, R.; VALLITTU, P.K.; GAROUSHI, S. Bilayered composite restoration: the effect of layer thickness on fracture behavior. **Biomaterial Investigations in Dentistry**, v. 7, n. 1, p. 80-85, 2020.

LASSILA, L.; KEULEMANS, F.; VALLITTU P. K.; GROOUSHI, S. Characterization of restorative short-fiber reinforced dental composites. **Dental Material Journal**, v. 39, n. 6, p. 1-9, 2020.

MONTEIRO, R.V.; TAGUCHI, C.M.C.; MONTEIRO JUNIOR, S.; BERNARDON, J. K. Técnica semidireta: Abordagem prática e eficaz para restauração em dentes posteriores. **Revista Ciência Plural**, v. 3, n. 1, p. 12-21, 2017.

MORAES, E.S.; PEIXOTO, M.L.B.P. Selamento imediato da dentina: Técnicas e indicações. **Roplac**, v. 5, n. 2, p. 29-34, 2015.

OLIVEIRA, N. A.; DINIZ, L. S. M.; SVIZERO, N. R.; D'ALPINO, P. H. P.; PEGONARO, C. A. C. C. Sistemas adesivos: Conceitos atuais e aplicações clínicas. **Revista Dentística on line - ano 9**, n. 19, p. 7-14, 2010.

PAZINATTO, R.B. **Influência do selamento imediato da dentina na resistência de união de diferentes sistemas adesivos junto a cimentações de restaurações indiretas**. Tese [Doutorado] – Universidade de Taubaté. 2010. 88 f

PESSOA, V.L.R.; MONTEIRO, G.Q.M.; OLIVEIRA, N.G.; ESPÍNDOLA-CASTRO, L.F. Desgaste dentinário seletivo associado a pino de fibra de vidro. **Revista Ciência Plural**, v. 5, n. 3, p. 132-142, 2019.

REDDY A. V. K.; VISWANATH, D. Biomimetics in dentistry. **Jornal Indiano de Pesquisa em Farmácia e Biotecnologia**, v. 2, n. 5, p.1384-1388, 2014.

RICCI, W. A.; LUCAS, C. P. T. P.; PIVETA, A. C. G.; NAGLE, M. M.; MANTANDON, A. A. B. Clinical application of adhesive systems - a critical review: biomimetic approach. **RGO, Revista Gaúcha de Odontologia**, v. 63, n. 1, p. 55-62, 2015.

SAMARTZI, T.K.; PAPALEXOPOULOS, D.; SARAFIANOU, A.; KOURTIS, S. Immediate Dentin Sealing: A Literature Review. **Clinical, Comestic and Investigational Dentistry**, v. 13, 2021.

STAPE, T.H.S.; BERTAGLIA, P.C.; SANTOS-CALDEIRA, M.M.P.; MARTINS, L.R.M. Coroa endodôntica adesiva: Tratamento estético e funcional alternativo para molares com extensa destruição coronária e espaço interoclusal reduzido. **Revista Dental Press de Estética**, v. 10, n. 3, p. 94-105, 2013.

TERRY, A.D.; POWERS, J.M.; PAUL, S.J. Immediate dentin sealing technique. **Dent Today**, v. 28, n. 9, p. 140-141, 2009.

VEIGA, A.M.A.; CUNHA, A.C.; FERREIRA, D.M.T.P.; FIDALGO, T.K.S.; CHIANCA, T.K.; REIS, K. R.; MAIA, L.C. Longevity of direct and indirect resin composite restorations in permanent posterior teeth: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Dentistry**, v. 54, n. 1, p. 1–12, 2016.

WARD, J. D.; LOBO, B. J.; LEITE, L.P.; ZHOU, J. Clinical effect of reducing curing times with high-intensity LED lights. **Angle Orthod**, v. 85 n. 6, p. 1064–1069, 2015.