

Inlays/onlays em resina composta versus Inlays/onlays em cerâmica em dentes posteriores : taxa de sucesso

Benjamin LEBAZ

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em
Medicina Dentária (Ciclo Integrado)

Gandra, 20 de setembro de 2021

Benjamin LEBAZ

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em
Medicina Dentária (Ciclo Integrado)

Inlays/onlays em resina composta versus Inlays/onlays em
cerâmica em dentes posteriores : taxa de sucesso

Trabalho realizado sob a Orientação de Mestre Catarina Calamote



CESPU

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Eu, Benjamin LEBAZ, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

AGRADECIMENTOS

À Mestre Catarina Calamote, orientadora desta tese, pela sua grande paciência, disponibilidade e apoio, sem ela não seria possível este projeto.

Aos meus ilustres professores, agradeço o ensino que me proporcionaram ao longo dos meus estudos. Todo o conhecimento em odontologia que adquiri, devo a vocês.

Ao meu Pai, infelizmente já não está mais entre nós, mas eu dedico-te todo este trabalho e agradeço por todo o teu apoio e amor desde que nasci.

À minha Mãe, que esteve sempre ao meu lado para me encorajar a me superar e eu sei que isso nem sempre foi fácil. Eu te amo.

Para minha irmã Sarah, que sempre me ajudou a manter o rumo e a seguir seu exemplo para chegar ao fim deste caminho. Te desejo o melhor, eu te amo.

À minha família, sempre presente e carinhosa, eu sei o que vos devo.

Ao meu primo Dr. Fabien Bitoun, meu mentor, que admiro e que espero tornar-me um profissional tão bom quanto ele.

Aos meus amigos Maël, Andy, Dan, Anaël, Elsa e Laura, vocês são minha guarda pessoal. Eu nunca vos esquecerei. Obrigado do fundo do coração.

Aos meus irmãos do Sangue, vocês sabem que todos vocês fizeram parte disto, e por isso cheguei a bom porto. Obrigado por tudo.

E, de modo geral, eu agradeço á CESPU para me dar a oportunidade de engrandecer os meus estudos que finalizaram com a obtenção do diploma em Medicina Dentária. Aqui fui um aluno feliz graças à qualidade do ensino e à grande preocupação de todo o corpo docente.

RESUMO

Introdução: Na evolução das técnicas de restauração dentária, os métodos indiretos encontraram seu lugar entre as restaurações diretas e as próteses convencionais, na grande preocupação da integridade do tecido dentário. Atualmente dois grupos de materiais são os mais utilizados: as cerâmicas e as resinas compostas.

Objetivos: O objetivo deste estudo consiste em realizar uma revisão sistemática da literatura que visa comparar a taxa de sucesso de *inlays/onlays* em resina composta com as cerâmicas, em dentes posteriores.

Metodologia: A pesquisa bibliográfica foi realizada na base de dados PubMed, assim como no Google scholar usando as palavras-chave e as suas combinações. Foram reunidos um total de 74 artigos, dos quais 13 foram considerados relevantes.

Resultados/Discussão: Vários estudos mostram a importância dos fatores que podem influenciar essa taxa de sucesso. Entre esses fatores temos os fatores relacionados ao próprio material e os fatores específicos das condições técnicas de realização dessas restaurações indiretas. No geral, as taxas de sucesso das restaurações indiretas em cerâmica e em resina composta excedem 90% e essas restaurações mostram alta fiabilidade.

Conclusão: As evidências são muito limitadas para afirmar que a cerâmica tem um desempenho melhor que a resina composta para a confecção dos *inlays/onlays* a curto prazo. No entanto este resultado pode não ser válido a longo prazo, sendo necessários mais estudos.

PALAVRAS-CHAVE

"inlay", "onlay", "ceramic", "composite", "evaluation", "survival"

ABSTRACT

Introduction : In the evolution of dental restoration techniques, indirect methods have found their place between direct restorations and conventional prostheses, with great concern for the integrity of dental tissue. Currently, two groups of materials are the most used: ceramics and composite resins.

Objectives : The main objective of this study is to carry out a systematic review of the literature which aims to compare the success rate of composite resin *inlays/onlays* compared to ceramic in posterior teeth.

Methodology : The bibliographic search was carried out in the PubMed database, as well as in Google Scholar using the keywords and their combinations. A total of 74 articles were collected, of which 13 were deemed relevant.

Results/Discussion : Several studies show the importance of the factors that can influence this success rate. Among these factors: factors related to the material itself and factors specific to the technical conditions of making these indirect restorations. Overall, success rates of ceramic and composite resin indirect restorations exceed 90% and these restorations exhibit high reliability.

Conclusion : The evidence is very limited to state that ceramic performs better than composite resin for making short-term *inlays/onlays*. However, this result may not be valid in the long term, so further studies are needed.

KEYWORDS

"inlay", "onlay", "ceramic", "composite", "evaluation", "survival"

Índice

1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL ET MÉTODOS	3
3. RESULTADOS	5
4. DISCUSSÃO	11
4.1. Propriedades intrínsecas dos materiais e resistência	11
4.2. Tipo e Forma de preparação e Área a ser restaurada	13
4.3. Adesão e Resistência à fratura	16
4.4. Estética	19
4.5. Taxa de sucesso de acordo com o método de fabricação.....	20
5. CONCLUSÃO	22
6. BIBLIOGRAFIA.....	23

Índice de tabelas

Tabela 1 : Quadro identificando a pesquisa na Pubmed Advanced	3
Tabela 2 : Dados relevantes recolhidos a partir dos estudos recuperados	10
Tabela 3 : Tipo, fabricante, composição, e número de lote de materiais CAD/CAM (29)	12

Índice de figuras

Figura 1 : Diagrama de fluxo da estratégia de pesquisa utilizada neste estudo.....	5
Figura 2 : preparação conservada e extensa (28)	14
Figura 3 : preparação sem e com caixa proximal (30).....	15
Figura 4 : preparação divergente e convergente (25).....	16
Figura 5 : Detalhes da configuração do espécime. A: diagrama esquemático da preparação da amostra (vista de seção), B: vista do microscópio óptico da superfície da amostra de interface ligada. O d na figura B indica a largura da interface ligada. A seta vermelha (33)	17

Índice de acrónimos e abreviaturas

MOD : Mésio-ocluso-distal

PBE : Proximal Box Elevation

CAD/CAM : Computer Aided Design / Computer Aided Manufacture

PICN : Polymer-infiltrated Ceramic Network

1. INTRODUÇÃO

Os defeitos estruturais dentários podem ter diferentes causas: cáries, abrasão, erosão, desgaste, fratura e suas combinações podem contribuir à uma perda de tecido dentário duro. Essas situações podem causar sensibilidade, dor, danos ao tecido pulpar, cáries secundárias e problemas periodontais e oclusais, resultando na necessidade de restauração (1-5).

Uma distinção é feita entre restaurações completas envolvendo toda a parte coronal do dente (coroa dentária) e restaurações parciais limitadas apenas a uma porção da parte coronal (1,6-8).

Em relação às restaurações parciais, há mais de um século que o amálgama foi o material obturador mais utilizado na odontologia. Possui defeitos óbvios, como a cor ou a falta de adesão aos tecidos dentais, causando sacrifícios de tecidos essenciais. Para além disso os resíduos de amálgama também são tóxicos para o meio ambiente (2,9).

Hoje em dia, existe a exigência por restaurações duráveis e estéticas, mesmo para dentes posteriores. O critério estético ocupa um lugar cada vez mais importante no atendimento em Medicina Dentária (2,9,10).

As resinas compostas de primeira geração, era a única alternativa para os pacientes esteticamente conscientes, mas apresentavam muitas falhas: propriedades físicas insuficientes (desgaste, dureza, envelhecimento, estabilidade dimensional, grau de conversão durante a polimerização), ligação problemática à dentina e contração durante a polimerização. Hoje, as resinas compostas têm melhorado suas propriedades mecânicas e óticas, assim como as técnicas adesivas que passaram por uma revolução biológica com as possibilidades de adesão ao esmalte e principalmente à dentina amplamente melhoradas. Estes dois desenvolvimentos resultaram na ampliação da sua aplicação. No entanto, a contração após a polimerização da matriz de resina desses materiais permanece ainda um problema a resolver. Por isso, esses materiais, são utilizados na técnica direta para obturação de pequenas e médias perdas de substância unicamente (8,9,11,12).

Para superar essas desvantagens, outras opções de restauração, como técnicas indiretas, foram desenvolvidas para cavidades grandes e profundas com ou sem sobreposição de cúspides (1,13-15).

Uma restauração cimentada indireta sem cobertura de cúspide é chamada *inlay*, e uma restauração cimentada indireta com sobreposição de pelo menos uma cúspide do dente é chamada *onlay* (1,16-19).

O sucesso destas restaurações indiretas depende dos materiais utilizados, do procedimento de cimentação, da metodologia usada e do processo de fabricação. Como os resultados das resinas compostas de primeira geração não foram satisfatórios, as restaurações de cerâmica foram propostas inicialmente. Desde então, novos materiais estéticos, como novas resinas compostas ou novas cerâmicas, têm assumido um lugar cada vez mais importante nas reconstruções indiretas. Estes novos materiais também apresentam vantagens em termos de biocompatibilidade (1,18,19).

Além da evolução das técnicas e dos materiais adesivos, foram desenvolvidos métodos modernos digitais para a fabricação de restaurações indiretas (20). Os procedimentos de fresagem num computador, CAD/CAM, bem como leituras intraorais aprimoradas, fornecem uma alternativa ao método convencional de fabricação de restaurações indiretas de alta qualidade. Estas novas abordagens permitem a restauração do tecido dentário perdido em uma única visita, com a consequente redução do tempo total de tratamento e consulta (1,20-23).

O objetivo principal deste estudo consiste em realizar uma revisão sistemática da literatura que visa comparar a taxa de sucesso de *inlays/onlays* realizados em resina composta quando comparadas com as realizadas em cerâmicas, em dentes posteriores.

O objetivo secundário é compreender os fatores que podem influenciar essa taxa de sucesso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado através de uma pesquisa bibliográfica de artigos científicos considerados relevantes sobre o tema.

Foi realizada uma pesquisa na base de dados de PubMed, dos artigos mais recentes publicados, nos últimos 10 anos, de 2011 até fevereiro de 2021.

As palavras-chave utilizadas foram: "Inlay"; "Onlay"; "Composite"; "Ceramic"; "Evaluation" e "Survival", combinadas entre si.

Palavras-chave	Resultados
"Onlay" AND "Ceramic" AND "Evaluation"	154 artigos
"Onlay" AND "Composite" AND "Evaluation"	125 artigos
"Inlay" AND "Ceramic" AND "Evaluation"	149 artigos
"Inlay" AND "Composite" AND "Evaluation"	142 artigos
"Onlay" AND "Composite" AND "Survival"	38 artigos
"Onlay" AND "Ceramic" AND "Survival"	57 artigos
"Inlay" AND "Composite" AND "Survival"	41 artigos
"Inlay" AND "Ceramic" AND "Survival"	56 artigos
"Onlay" AND "Ceramic" AND "Composite" AND "Survival"	26 artigos
"Inlay" AND "Ceramic" AND "Composite" AND "Survival"	22 artigos
"Inlay" AND "Ceramic" AND "Composite" AND "Evaluation"	66 artigos
"Onlay" AND "Ceramic" AND "Composite" AND "Evaluation"	74 artigos

Tabela 1 : Quadro identificando a pesquisa na PubMed Advanced

Para os critérios de inclusão considerados foram os seguintes:

- O idioma escolhido para a revisão foi o Inglês.
- Artigos de estudos experimentais, estudos de coorte prospectivos e estudos comparativos.
- Artigos que tratam os dois materiais em conjunto, a resina composta e a cerâmica.
- O ano de publicação do artigo encontra-se entre 2011 e 2021.

Como critérios de exclusão considerados foram os seguintes:

- Artigos que se relacionam com as coroas que envolvem toda a coroa dentária e as ligas de metais, materiais não em resina composta ou em cerâmica.
- Artigos que não tratam dos dentes posteriores.
- Artigos de revisão, casos clínicos unitários, meta-análises e revisões sistemáticas.

Numa primeira abordagem foi realizada uma breve análise de cada resumo, para posteriormente analisar o seu conteúdo e a possível contribuição para o objetivo desta pesquisa, e posteriormente foi realizada a leitura integral dos artigos selecionados.

3. RESULTADOS

A pesquisa bibliográfica resultou num total de 74 artigos tendo como plataforma de pesquisa a PubMed, como está representado na Figura 1. Foram encontrados 74 artigos divididos do seguinte modo:

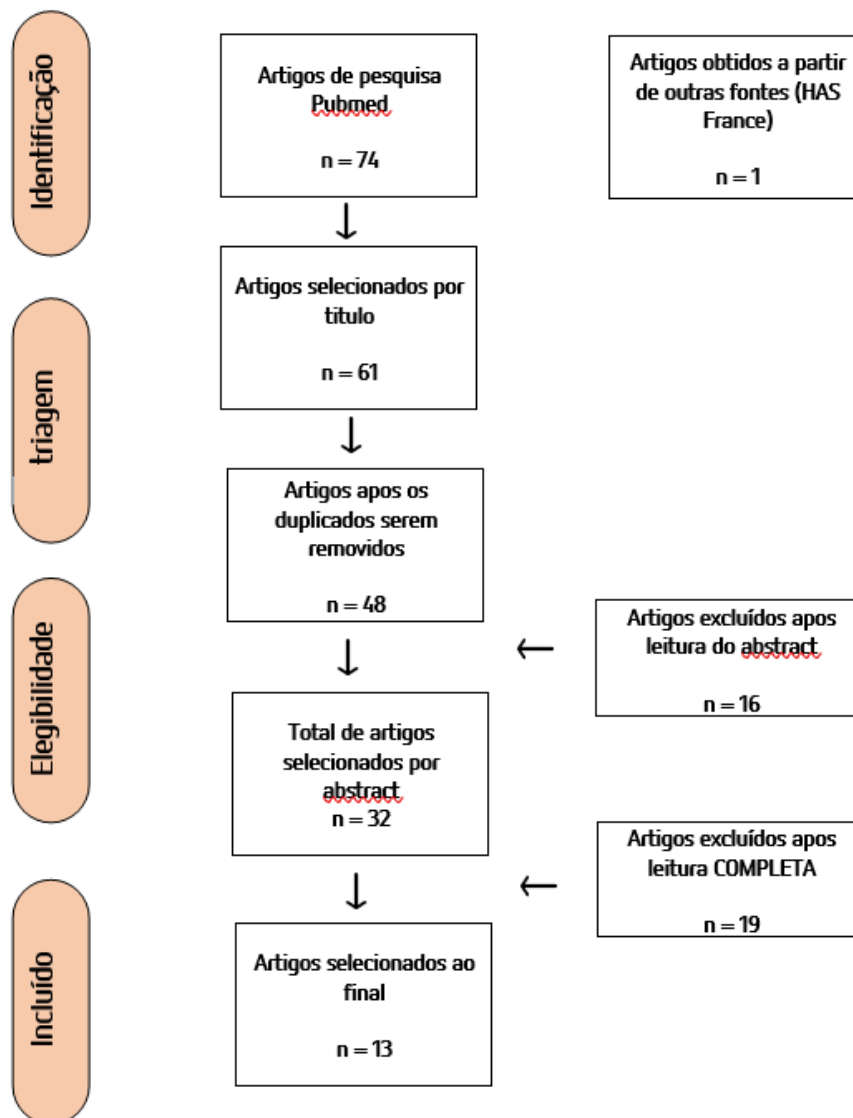


Figura 1 : Diagrama de fluxo da estratégia de pesquisa utilizada neste estudo.

A pesquisa bibliográfica permitiu a obtenção de um total de 74 artigos na base dos dados PubMed usando a combinação das palavras chaves. Após eliminação dos duplicados segundo o uso do Mendeley, foram selecionados, por título, um total de 48 artigos.

Foi efetuada uma análise preliminar do resumo verificando a correspondência com o objetivo do trabalho excluindo, portanto, 32 artigos. Os artigos selecionados foram lidos e avaliados individualmente quanto ao objetivo do estudo. Após leitura completa, 19 artigos foram excluídos obtendo-se 13 artigos que foram considerados pertinentes. Para completar esta pesquisa, foi utilizada uma pesquisa manual. (HAS France).

Através da leitura das diferentes publicações, vários critérios foram estudados, na avaliação das taxas de sucesso dos diferentes métodos de restaurações indiretas de dentes cariados. Em geral, todos os estudos referem-se à comparação da qualidade e propriedades dos materiais utilizados, aos métodos de aplicação, e aos processos de fabricação desses materiais.

Das 13 publicações selecionadas, podemos estabelecer que:

- 5 estudos (38%) tratam das propriedades mecânicas intrínsecas dos materiais e sua resistência.
- 6 estudos (46%) comparam as taxas de sucesso de acordo com a forma e o tipo de preparação.
- 4 estudos (30%) comparam os métodos de fabricação dos materiais utilizados.
- 3 estudos (23%) tratam dos resultados comparados de acordo com a adesão ao substrato.
- 1 estudo (7%) compara a estética das restaurações.

Atualmente, as restaurações indiretas, qualquer que seja o material utilizado, são um tratamento confiável e com altas taxas de sucesso. Elas atendem aos requisitos funcionais, estéticos e de durabilidade das reconstruções dentárias. Elas mostraram melhores resultados gerais e melhor comportamento na preservação do tecido dentário do dente tratado em comparação com as restaurações diretas (24,25).

A dualidade cerâmica/resina composta em obturações indiretas não depende apenas do material escolhido. Nos protocolos de estudo, as taxas de sucesso demonstradas dependerão, além do material, do seu processo de fabricação, do dente de suporte e dos métodos adesivos utilizados (26).

Na avaliação das taxas de sucesso de restaurações indiretas, vários critérios têm sido estudados, tais como as propriedades físicas e mecânicas intrínsecas dos materiais, o comportamento sob carga de *stress*, o tipo de preparo e a extensão das cavidades a serem restauradas, as técnicas de adesão e processos de fabricação de peças protéticas restauradoras (27).

Nº	Autores	Tipo de estudo	Objetivos	Amostras	Materiais	Resultados
1	Goujat et al. (29)	In vitro	Avaliação e comparação de propriedades mecânicas e ajuste interno dos diferentes materiais	4 blocos 60 molares humanos inferiores	PICN Lava Ultimate® Cerasmart® IPS e.max®	Resistência média à flexão Cerasmart® > Vita Enamic® Módulo de flexão médio IPS e.max® CAD > Vita Enamic® Dureza Vickers média IPS e.max® CAD > Cerasmart® Resistência média à fratura IPS e.max® CAD > Cerasmart® Discrepância interna média significativamente mais alto para Lava Ultimate® (P < 0,05) do que IPS e.max® CAD e Cerasmart®, mas não para Vita Enamic®. O factor "material" estatisticamente significativo em relação às propriedades mecânicas A correlação de Pearson negativo entre os resultados de resistência à flexão e a discrepância interna dos materiais testados
2	Zaruba et al. (25)	In vitro	Avaliação do efeito dum preparo mínimo MOD no ajuste marginal dos inlays em resina composta e em cerâmica	50 molares humanos	Cerâmica Resina composta direta Resina composta indireta	<u>Adesão final</u> : Restauração direta < indireta
3	Yu et al. (33)	In vitro	Comparação topográfica do comportamento ao desgaste entre inlays em cerâmica e em resina composta	30 dentes saudáveis (60 seções)	Inlays em cerâmica e em resina composta indireta	Inlays em cerâmica preservam a integridade do tecido dentário melhor do que os inlays em resina composta
4	Souza et al. (34)	RCT	Avaliação do comportamento após um ano de restaurações indiretas	20 pacientes (40 restaurações)	IPS e.max® Lava Ultimate®	Comportamentos semelhantes após um ano
5	Magne et al. (24)	In vitro	Avaliação da resistência do onlay antes de ser selado	Um pré-molar e um molar superior	Resina composta indireta, Cerâmica, Porcelana feldspática	<u>Risco de fratura</u> : Resina composta indireta < Cerâmica Onlay em resina composta e onlay em porcelana > inlay em resina composta e inlay em porcelana

6	Ahlholm et al. (36)	In vitro	Avaliação e comparação da precisão de impressão 3D em comparação com CAD / CAM	Seis molares extraídos	Nanocerâmica, Resina composta em impressão 3D	<u>Impressão 3D</u> : melhor precisão de adaptação do que CAD/CAM
7	Da Costa et al. (31)	In vitro	Avaliação da distribuição da resistência dos inlays, de acordo com diferentes materiais	Modelo 3D do segundo pré-molar esquerdo	Microhíbrido em resina composta; Resina composta indireta; E.max (cerâmica); Ouro	<u>Força axial</u> : comportamento biomecânico semelhante <u>Força proximal</u> : inlays em resina composta, tensões de tração cervical e deflexão significativa <u>Para ouro e cerâmica</u> : o mesmo que dente saudável
8	Özker (27)	In vitro	Avaliação da distribuição de tensões de acordo com os materiais		Resina composta convencional Resina composta Bulkfill Resina composta indireta Cerâmica	<u>Na restauração</u> : cerâmica > Bulkfill > Resina composta direta = indireta <u>No dente</u> : Bulkfill > Resina composta convencional > Resina composta indireta > Cerâmica <u>No adesivo</u> : Bulkfill > Resina composta convencional = Resina composta indireta > Cerâmica
9	Rippe et al. (35)	In vitro	Avaliação da adaptação de onlays de acordo com o método de produção	40 pré-molares superiores	LaRe, (Resina em laboratório) CeRe (Resina com CEREC) CeDis (Disilicato com CEREC) PresDis (Disilicato pressato)	<u>Adaptação cervical</u> : CeDis>LaRe, CeRe, PresDis <u>Adaptação interna</u> : LaRe>CeDis=CeRe <u>Tempo de ajustamento</u> : CeRe>LaRe, PresDis, CeDis <u>Ponto de contato</u> : CeRe>LaRe, PresDis, CeDis
10	Costa et al. (28)	In vitro	Avaliação da distribuição de tensões e resistência à fratura por tensão de acordo com a forma de preparação e o material	35 pré-molares superiores	Resina composta indireta Cerâmica	<u>Resistência a fratura</u> : - Grande cavidade, Cerâmica>Resina composta - Pequena cavidade, Resina composta>Cerâmica <u>Deformação da cúspide</u> : resina composta>Cerâmica

11	Rippe et al. (26)	In vitro	Comparação da sobrevivência e da taxa de fratura de pré-molares de acordo com os processos de fabricação de incrustações	30 pré-molares superiores	Resina composta Disilicato de lítio	Nenhuma diferença nos resultados de fratura, dependendo dos meios de fabricação e do material
12	Liu et al. (30)	In vitro	Avaliação da resistência à fratura da restauração inlay, dependendo do material usado e da forma da preparação	32 molares	Resina composta (MZ100, 3M ESPE®), Cerâmica (IPS Empress CAD, Ivoclar Vivadent®)	Resistência à fratura de acordo com o limite cervical proximal do inlay : Limite baixo
13	Ilgenstein et al. (32)	In vitro	Influência da confecção da caixa proximal na qualidade marginal e no comportamento da fratura	48 molares inferiores	Cerâmica feldspática Resina composta	Resina composta sem caixa proximal > Cerâmica

Tabela 2 : Dados relevantes recolhidos a partir dos estudos

4. DISCUSSÃO

4.1. Propriedades intrínsecas dos materiais e resistência

A deterioração de um dente após uma fratura ou tratamento de cárie torna esse dente mais frágil e mais vulnerável em termos de força e resistência. Um dente preparado tem mais probabilidade de quebrar do que um dente inteiro saudável. O princípio da restauração de um dente é aumentar sua resistência para restaurá-lo a um estado funcional e estético que mais se assemelhe ao dente natural (28).

Nas técnicas restauradoras, para contornar os problemas de amálgama (estética e toxicidade) e compósito direto (retração de polimerização), o método indireto é cada vez mais utilizado, mesmo em dentes posteriores (28).

Essas restaurações indiretas podem ser de diferentes tipos, dependendo se cobrem ou não a (s) cúspide (s) e dependendo da profundidade mais ou menos marcada. Hoje, os materiais de escolha em restaurações indiretas são a resina composta e a cerâmica, pois oferecem propriedades mecânicas suficientes para atender às necessidades funcionais e estéticas desejadas (27).

Özgir, Goujat et al. mostraram que um dente restaurado pelo método indireto torna-se quase tão resistente à fratura quanto um dente natural e saudável (27,29).

As propriedades mecânicas dos materiais terão um papel na resistência das restaurações, as principais características destacadas são : (29)

- Resistência à flexão
- Módulo de Young (propriedade mecânica que mede a rigidez de um material sólido) e coeficiente de Poisson (mede a deformação transversal dum material homogêneo e isotrópico)
- Resistência à fratura
- Dureza *Vickers* (método de classificação da dureza dos materiais baseada num ensaio laboratorial)

Se compararmos 4 materiais usados em restaurações indiretas, 2 resinas compostas carregadas com nano cerâmicas (Cerasmart® e Lava Ultimate®), bem como uma cerâmica de dissiliato de lítio (IPS E.max®) e uma PICN (Polymer-infiltrated Ceramic Network - Vita Enamic®) : (29)

- Cerasmart® e IPS E.max® têm a maior resistência à flexão.
- IPS E.max® tem o módulo de flexão e dureza mais altos de *Vickers*.
- A resistência à fratura é maior para IPS E.max® e Lava Ultimate®.

Type	Brand	Manufacturer	Shade Size	Batch	Monomer	Filler	%Mass
Composite resin nanoceramic	Cerasmart	GC Europe	A2LT/14	14092	Bis-MEPP, UDMA, DMA	Silica (20 nm), barium glass (300 nm)	71
Composite resin nanoceramic	Lava Ultimate	3M ESPE	A2LT/14L	N721602	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, TEGDMA	SiO ₂ (20 nm), ZrO ₂ (4–11 nm), aggregated ZrO ₂ /SiO ₂ cluster	80
Polymer infiltrated ceramic network (PICN)	Vita Enamic	Vita Zahnfabrik	EC42-M2T/EM-14	39440	UDMA, TEGDMA	Feldspar ceramic enriched with aluminum oxide	86
Glass ceramic	IPS e.max CAD	Ivoclar Vivadent AG	A2LT/C14	T38584	-	Crystalline lithium disilicate	

Bis-EMA, ethoxylated bisphenol-A dimethacrylate; bis-GMA, bisphenol A diglycidylether methacrylate; Bis-MEPP, 2,2-bis(4-methacryloxyphenyl)propane; TEGDMA, triethylene glycol dimethacrylate; UDMA, urethane dimethacrylate.

Tabela 3 : Tipo, fabricante, composição, e número de lote de materiais CAD/CAM (29)

No entanto, 2 resinas compostas diferentes não têm necessariamente o mesmo comportamento mecânico, e sua composição estrutural parece desempenhar um papel importante, muito mais do que sua composição química. A maior flexibilidade das resinas compostas seria devido à flexibilidade da resina (matriz), torna o material menos frágil e menos "quebradiço" (29).

As resinas compostas têm menor resistência ao desgaste do que materiais híbridos ou cerâmicas (30). Essas resinas sofrerão um fenômeno de desgaste com o tempo. Isso resulta na preservação do tecido dentário do dente oposto durante a oclusão. A cerâmica não tem o mesmo efeito e parece mais agressiva contra o dente oposto. Isto está relacionado à dureza *Vickers* dos componentes colocados em contato repetido sob tensão (29).

Atualmente, os materiais restauradores indiretos apresentam propriedades mecânicas muito semelhantes aos dentes naturais. Embora os módulos de elasticidade das resinas compostas e da dentina sejam semelhantes, o mesmo ocorre com os módulos de elasticidade da cerâmica e do esmalte (27).

Esses materiais, no meio bucal, serão stressados por repetidos contatos oclusais durante os movimentos de mastigação. As forças mastigatórias máximas podem chegar a 847N no homem e 597N nas mulheres, estes valores podem ser excedidos no caso das para-funções como no bruxismo. Também estão sujeitos às mudanças salivares e de temperatura e, portanto, sofrerão envelhecimento (27).

Materiais com alto módulo de elasticidade tendem a limitar as forças de tensão que recebem em sua estrutura. Assim, cerâmicas e metais tendem a preservar o tecido dentário residual durante as restaurações indiretas (27,31) em comparação com resinas compostas que têm módulos de elasticidade muito mais baixos. Sob carga de stresse no material restaurador, o dente suporte apresenta áreas de maior stresse e, portanto, maior risco de fratura no caso de restaurações em resina composta. Todas as forças aplicadas à restauração são transmitidas, inicialmente pela interface adesiva, ao dente suporte, mas essa transmissão é diferente dependendo do material utilizado (27). A resina se comporta como um transmissor de tensão. Este fenômeno é ainda mais acentuado no caso de *onlays* com maior deflexão da cúspide durante as cargas axiais. Porém, isto é válido no caso de restaurações de médio a grande porte, o material restaurador não tem muita influência no caso de restaurações pequenas. O tipo de cimento utilizado e a qualidade de sua interface podem influenciar os valores de deformação da cúspide. Quanto mais forte for a adesão, menor será a deflexão da cúspide (28).

4.2. Tipo e Forma de preparação e Área a ser restaurada

Nas restaurações indiretas, dependendo da extensão da cárie dentária, das áreas a serem restauradas e de sua extensão, a escolha do material é fundamental (24). O tipo de preparação para uma restauração indireta deve atingir um equilíbrio entre preservar o dente residual e fornecer a retenção e resistência suficientes. Os aspectos fundamentais necessários para a forma do preparo são permitir uma restauração que recrie a anatomia, a funcionalidade e a estética do dente (28).

A resistência à fratura da restauração está diretamente ligada à quantidade de tecido dentário a ser restaurado, mas também a áreas anatômicas específicas (24).

No caso de preparações pequenas ou grandes de cáries, um dente torna-se, duas vezes mais frágil, que um dente saudável (28), no entanto, a diferença de resistência entre os 2 tipos de cavidades é mínima. Os *inlays* com preparação mínima (conservadora), mesmo com uma alta taxa de resistência, não diferem significativamente de *onlays*, de restaurações extensas (27,28).

- A resistência do dente diminui quando há um aumento na profundidade do preparo, aproximando-se da polpa (28).
- Comparativamente, o aumento do preparo mesio-distal do sulco enfraquece ainda mais o dente (28).
- Ao restaurar as cristas marginais, as tensões oclusais são significativamente reduzidas (28).

Esses diferentes parâmetros influenciam a deflexão das cúspides. Costa et al. sublinharam as cúspides devem ser preservadas tanto quanto possível para manter um nível suficiente de resistência (28).

Costa et al. afirmaram também que os *inlays* de cerâmica que se estendem de 1/3 a 1/2 da distância entre as cúspides fornecem uma taxa de resistência semelhante à de um dente saudável. Este não é o caso das restaurações de resina composta (28).

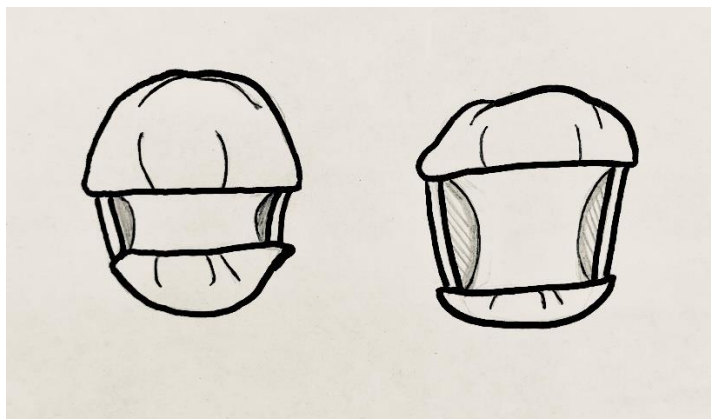


Figura 2 : preparação conservada e extensa (28)

A geometria do preparo cavitário é outro critério a ser levado em consideração para a longevidade da restauração. As preparações de cavidade do tipo MOD podem ou não usar uma caixa proximal. A vantagem desse tipo de preparo está na melhor distribuição das tensões oclusais e na redução das tensões dentro da restauração, de sua adesão e do dente de suporte. A caixa proximal parece ser capaz de aumentar a resistência à fratura dos *inlays*, esse efeito é mais acentuado com o uso de cerâmicas (30).

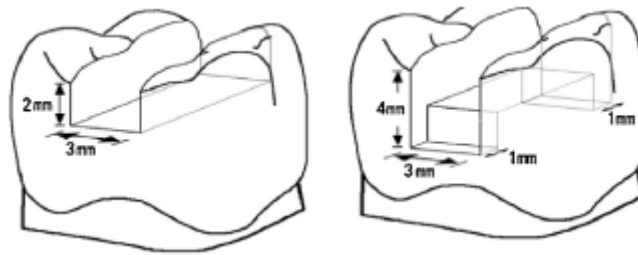


Figura 3 : preparação sem e com caixa proximal (30)

Liu et al. mediram a utilidade de aumentar o nível dos limites cervicais subgingivais em áreas proximais (30).

Em preparações cavitárias, quando os defeitos proximais estão localizados nas áreas subgingivais profundas, fazer uma impressão e selar as partes protéticas pode se tornar um verdadeiro desafio. Além disso, a integridade marginal das restaurações é difícil de controlar. O excesso de cimento no sulco é difícil de remover e podem ocorrer interações biológicas. Uma alternativa menos invasiva ao alongamento coronário consiste em elevar o assoalho marginal das preparações pela adição de resina composta a um nível supragengival. Esta técnica é chamada de PBE (elevação da caixa proximal) (32).

No estudo de Ilgenstein et al. a elevação da caixa proximal aumenta significativamente a resistência à fratura da cerâmica, embora não tenha nenhum impacto real nas restaurações de resina composta. Por outro lado, no caso de dentes restaurados, a elevação da caixa proximal diminui a gravidade das fraturas dos dentes restaurados (32).

A principal vantagem desta técnica é : (32)

- Na melhoria das condições técnicas e clínicas para a realização de restaurações indiretas (moldagem e selagem, fácil colocação de barragens, menos fluidos parasitas).
- No preenchimento de micro defeitos e reentrâncias durante o preparo dentário.

Dependendo da técnica de preparação da cavidade MOD convergente ou divergente, não há diferença significativa no ajustamento marginal de restaurações de cerâmica e resina composta. Em comparação com as preparações divergentes convencionais, as preparações mínimas, bastante convergentes, eliminando o mínimo de tecido dentário possível, parecem ser adequadas no caso de restaurações indiretas, apesar dos recortes preenchidos com cimento (25).

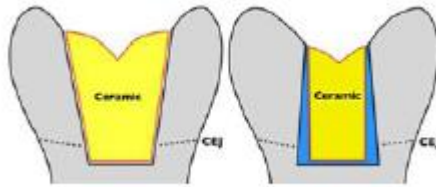


Figura 4 : preparação divergente e convergente (25)

4.3. Adesão e Resistência à fratura

O sucesso das restaurações adesivas indiretas é baseado em técnicas de adesão. A qualidade e a espessura do cimento são fatores que influenciam a longevidade dos *inlays/onlays* e o encaixe interno adequado é considerado um fator decisivo na longevidade. A interface da ligação diminuída devido ao desgaste tem sido citada como a principal causa de falha de restaurações indiretas. Este desgaste é testemunha de vários stresses e de restrições que o dente restaurado sofre ao longo do tempo (oclusão, mastigação e a qualidade do ambiente circundante) (33).

Yu et al. estudaram o comportamento e os danos da interface de cimentação no caso de restaurações de cerâmica e resina composta sob a tensão aos impactos de deslizamento repetidos (33).

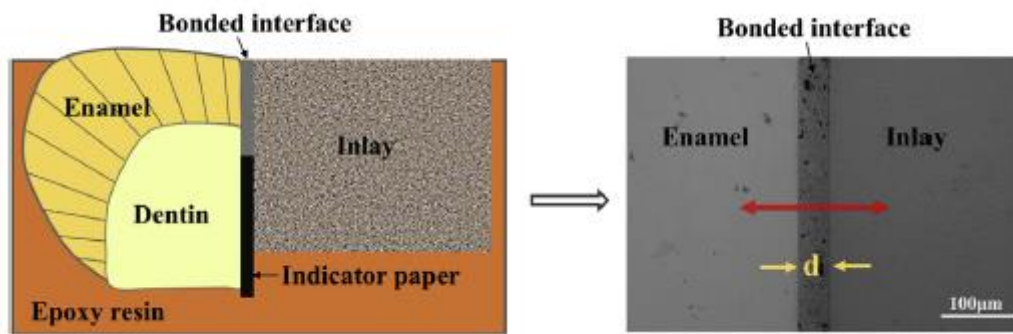


Figura 5 : Detalhes da configuração do espécime. A: diagrama esquemático da preparação da amostra (vista de seção), B: vista do microscópio óptico da superfície da amostra de interface ligada. O d na figura B indica a largura da interface ligada. A seta vermelha (33)

De acordo com o estudo, as diferenças nas propriedades mecânicas entre os materiais afixados influenciam na distribuição de tensões na interface de ligação, bem como no tipo e extensão dos danos daí resultantes. Para a cerâmica, o módulo de elasticidade é mais forte do que o esmalte e o adesivo. No início da tensão, e por causa de sua natureza frágil e quebradiça, a cerâmica tem apenas resistência moderada à tração localizada, e ao cisalhamento. Então, sob maiores tensões, numerosas rachaduras relacionadas com a fadiga aparecem na superfície da cerâmica. Perto da interface cimentada, a tensão não é uniformemente distribuída entre o esmalte e a cerâmica. Com seu módulo de elasticidade mais alto, a cerâmica suporta mais a carga de contato e a tensão no esmalte é menor. Quando o contato é na interface cimentada, a tensão máxima concentra-se na cerâmica, causando, preferencialmente, danos (como linhas de fratura na cerâmica adjacente à interface colada). O dano (craqueamento) ao esmalte é muito limitado. Na própria interface ligada, a camada adesiva sofre mais desgaste do que a cerâmica ou o esmalte mais próximo, devido à sua baixa resistência ao desgaste. Essa interface diminui, deixando espaço para as bordas de cerâmica expostas e sem suporte. Isso resulta no aparecimento de fragmentos de cerâmica. Posteriormente, o desgaste inicial dos materiais e sua diminuição alivia as tensões de contato, o que permite uma estabilidade suave do acabamento superficial sem discontinuidades. Posteriormente ainda, na interface cimentada, as tensões concentradas na cerâmica facilitam o desgaste relativo, em relação ao esmalte. A diferença no desgaste entre o esmalte e a cerâmica provoca um forte acúmulo de tensão na cerâmica, levando a rachaduras da cerâmica perto da ligação e a fratura do encaixe da cerâmica. Com as tensões

ainda contínuas, o dano à interface de ligação está amplamente associado à diferença na abrasão do esmalte e da cerâmica. No caso da restauração de resina composta, esse material possui um módulo de elasticidade próximo ao do adesivo e muito inferior ao do esmalte. Como resultado, sob repetidas tensões de deslizamento, mais de tensão, é concentrada no esmalte, especialmente na área de cimentação, resultando em fissuras e microfraturas. Por outro lado, a resina só expõe partículas esfoliadas (33).

Devido à menor resistência ao desgaste, os *inlays/onlays* compostos têm uma profundidade de desgaste maior do que a cerâmica no início da tensão. Mais tarde, porém, o dano à interface colada diminui e se torna semelhante ao observado em restaurações de cerâmica. Ao continuar o stresse, o desgaste da resina supera o do esmalte e o resultado é o aparecimento de linhas de fratura e fraturas no esmalte, próximo à camada de união. É, portanto, com a repetição de restrições ao longo do tempo que podemos avaliar a diferença real na evolução dos materiais de *inlay/onlay* (33).

Danos de longo prazo ao esmalte em restaurações de resina composta podem causar sensibilidades, pulpites e até mesmo fratura catastrófica do dente restaurado. Além disso, um cimento de interface mais fino : (25)

- Limitaria o desgaste deste e retardaria o aparecimento de danos no esmalte,
- Teria limitado a contração de polimerização, reduzindo o risco de infiltração subsequente.

Por extrapolação, a restauração de cerâmica seria mais eficaz na proteção do dente do que a de resina (25).

O tipo de cimento também desempenha um papel importante nas restaurações indiretas. A qualidade da interface tem impacto na deflexão da cúspide no caso de *onlays*. Quanto maior é a força adesiva, menos pronunciado será o deslocamento da cúspide. Além disso, as restaurações unidas convencionalmente com pré-condicionamento têm melhor adesão à interface e apresentam maior resistência à deflexão (28).

Além disso, as restaurações coladas com resinas autoadesivas têm menor estabilidade e são menos resistentes à fratura (28).

4.4. Estética

Atualmente, as restaurações indiretas são realizadas por máquinas de fresagem (tecnologia CAD/CAM) para economizar tempo, se comparadas às técnicas tradicionais de produção de peças protéticas em resina composta ou cerâmica. Os materiais de escolha atuais dizem respeito a vitrocerâmicas reforçadas com dissiliato de lítio (IPS E.max® CAD) e resinas compostas (Lava Ultimate®). Os 2 materiais, IPS E.max® CAD e Lava Ultimate®, exibem propriedades diferentes que são consequência da sua composição química distinta e foram analisadas em numerosos estudos in vitro. As restaurações de cerâmica IPS E.max® CAD oferecem excelentes propriedades estéticas e estáveis, ainda mais resistentes à fratura, resistentes à flexão e melhor dureza do que as de Lava Ultimate®. Como resultado, o IPS E.max® CAD é mais resistente à abrasão e pode, no entanto, induzir o desgaste do dente antagonista (34).

Em contraste, os compósitos indiretos exibem um módulo de elasticidade mais próximo a dentina do que a cerâmica, a propriedade de absorver as forças de mastigação, uma maior tolerância aos impactos e uma menor tendência ao lascamento marginal. Têm custo mais baixo, fresagem mais fácil e facilidade de reparação tornam-nos materiais mais atraentes (34).

Um estudo clínico de 1 ano comparando restaurações semelhantes de cerâmica e resina composta revelou leve deterioração nas propriedades estéticas do brilho da superfície, colorações das restaurações e sua translucidez em comparação com o dente de suporte. Além disso, a forma da cúspide anatômica sofreu alguns desvios (34).

- O efeito manchado do brilho da superfície é mais pronunciado nas cerâmicas, devido à perda de envidraçamento após a retificação dos ajustes de mordida. A longo prazo e pela sua situação posterior, o lascamento ou a fratura está mais presente na cerâmica, isto pode ser explicado pela menor resistência ao desgaste das resinas (efeito polido) (34).

- As colorações e translucidez das restaurações foram menos fiéis ao dente suporte devido à dificuldade em reproduzir a diferença nas propriedades óticas do esmalte e da dentina com 2 materiais de peça única (biomimética impossível). As resinas são mais vítimas desse fenômeno. Parece que o seu desgaste mais pronunciado causaria uma degradação do efeito de brilho obtido pelo envidraçamento inicial, o que resultaria em uma percepção diferente da cor (34).
- A estética da forma anatômica das cúspides também foi comparada devida a suas deflexões (34).

Quanto à coloração dos limites marginais, ela é mais marcada nas resinas, mas isso pode estar mais relacionado às condições ambientais externas do material do que do próprio material. Essas diferenças nos critérios estéticos são, no entanto, muito pequenas, e as restaurações de cerâmica ou resina composta não apresentam diferenças significativas. Infelizmente poucos estudos os comparam a longo prazo (34).

4.5. Taxa de sucesso de acordo com o método de fabricação

As técnicas de produção de restaurações indiretas por CAD/CAM já existem há mais de 15 anos, fundamentando a fabricação de peças protéticas por usinagem (fresagem). A taxa de sucesso do *inlay/onlay* é ainda baseada em sua adaptação interna e marginal, que também depende do tipo de impressão, do material restaurador e da técnica de produção. Outros parâmetros entram em jogo na precisão das restaurações, como a precisão das câmaras intraorais (29).

Vários materiais estão disponíveis para usinagem CAD/CAM para incrustações, como a cerâmica feldspática, a cerâmica reforçada com dissiliato de lítio, as resinas compostas e os PICNs (29).

O sistema CAD/CAM permite 2 tipos de varreduras : (35)

- Direto ou na cadeira
- Indireto, ou em laboratório

O estudo de Rippe et al. demonstra que os diferentes sistemas CAD/CAM e as diferentes cerâmicas têm um efeito estatisticamente significativo na adaptação marginal. A diferença de adaptação entre compósitos e cerâmicas está relacionada à composição do material e seu módulo de elasticidade. O alto módulo da cerâmica pode dificultar a moagem, tornando sua superfície mais irregular e diminuindo sua precisão marginal (35).

É mais difícil reproduzir micro detalhes da borda da restauração pela fresagem de cerâmica em comparação com a resina composta, devido à sua finura e fragilidade. Além disso, o sistema CEREC com cerâmica requer mais tempo para ajustar a restauração antes da colocação e proporciona contatos proximais menos firmes, ao contrário das resinas compostas. Nenhuma diferença entre métodos e materiais para a área oclusal. O tipo da broca e a velocidade de rotação (mais importante para cerâmica) também influenciam, assim como a fresagem de retoque oclusal e proximal (a dureza da cerâmica é mais importante do que para resinas) (35).

Rippe et al. explicam que a diferença nos princípios de funcionamento e a diferença nas fontes de luz dos scanners influenciam na adaptação da restauração (26).

Outro estudo de Goujat et al. procurou estabelecer uma ligação entre a adaptação interna das restaurações e as propriedades mecânicas dos materiais utilizados. Nenhuma ligação foi encontrada entre as forças de flexão dos diferentes materiais testados como restaurações indiretas, e as lacunas de ajuste interno nos dentes de suporte (29).

Outros processos inovadores ainda em estudo, como as impressoras 3D (fabricação de materiais com base em processos de adição) têm um futuro promissor. O estudo piloto sobre a precisão de restaurações impressas em 3D sugere um melhor ajuste interno e marginal para *inlays/onlays* (36).

5. CONCLUSÃO

Hoje em dia, a evolução dos materiais, cada vez mais modernos e com técnicas de fácil produção, fazem das restaurações indiretas uma terapêutica ultraconservadora do tecido dentário e benéfica a médio prazo. Este avanço na Medicina Dentária conservadora representa um compromisso clínico entre restaurações indiretas de grande volume, muitas vezes sujeitas a recorrência de cáries ou fraturas e requerendo retratamento muitos deles com prótese fixa.

Em relação à escolha do material, poucas diferenças significativas foram mostradas entre essas restaurações indiretas. As taxas de sucesso das diferentes cerâmicas ou resinas compostas, em dentes posteriores são semelhantes, com 90% de sucesso em ambas.

Em resposta aos nossos objetivos de investigação e para concluir, num esquema simplificado de comparação dos materiais, os fatores essenciais a tomar em consideração e que influenciam a taxa de sucesso são:

- As cerâmicas têm melhor comportamento mecânico em relação as resinas compostas.
- A estética, tem uma ligeira preferência para as cerâmicas.
- Os processos de fabricação são mais simplificados para os resinas compostas.
- Os ajustes são mais fáceis e mais precisos com resinas compostas.
- A integridade dentária é melhor para o dente de suporte com cerâmicas, e menos agressivas para os dentes antagonistas com resinas compostas.

A diferença no material incidirá mais na avaliação clínica do paciente (mecânica e estética), na plataforma técnica à disposição do médico e no custo global do tratamento.

No entanto, estes tratamentos envolvem verificações regulares de rotina e higiene para garantir sua sustentabilidade e manutenção adequada. As evidências são muito limitadas para afirmar que a cerâmica tem um desempenho melhor que a resina composta para a confecção dos *inlays/onlays* a curto prazo. Este resultado pode não ser válido a longo prazo, sendo necessários mais estudos.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Bustamante-Hernández N, Montiel-Company JM, Bellot-Arcís C, Mañes-Ferrer JF, Solá-Ruiz MF, Agustín-Panadero R, Fernández-Estevan L. Clinical Behavior of Ceramic, Hybrid and Composite Onlays. A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(20):7582.
2. Fron Chabouis H, Smail Faugeron V, Attal J-P. Clinical efficacy of composite versus ceramic inlays and onlays: A systematic review. *Dent Mater*. 2013;29(12):1209-18.
3. Terry DA, Leinfelder KF, Maragos C. Developing form, function, and natural aesthetics with laboratory-processed composite resin--Part I. *Pract Proced Aesthet Dent*. 2005;17(5):313-8;
4. Lussi A, Carvalho TS. Erosive Tooth Wear: A Multifactorial Condition of Growing Concern and Increasing Knowledge. In *Monographs in Oral Science*; Lussi A, Ganss C, Eds.; S. KARGER AG: Basel, Switzerland, 2014; Volume 25, pp. 1-15.
5. Loomans B, Opdam N, Attin T, Bartlett D, Edelhoff D, Frankenberger R, Benic G, Ramseyer S, Watselaar P, Sterenborg B, Hickel R, Pallensen U, Mehta S, Banerji S, Lussi A, Wilson N. Severe Tooth Wear: European Consensus Statement on Management Guidelines. *J Adhes Dent*. 2017;19(2):111-9.
6. Edelhoff D, Güth JF, Erdelt K, Brix O, Liebermann A. Clinical performance of occlusal onlays made of lithium disilicate ceramic in patients with severe tooth wear up to 11 years. *Dent Mater*. 2019;35(9):1319-30.
7. Coşkun E, Aslan YU, Özkan YK. Evaluation of two different CAD-CAM inlay-onlays in a split-mouth study: 2-year clinical follow-up. *J Esthet Restor Dent*. 2020;32(2):244-50.
8. Morimoto S, Rebello de Sampaio FBW, Braga MM, Sesma N, Özcan M. Survival Rate of Resin and Ceramic Inlays, Onlays, and Overlays: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Dent Res*. 2016;95(9):985-94.
9. HAS. rapport_inlay_onlay HAS.pdf [Internet]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/jcms/c_865153/fr/rapport-restauration-dentaire-par-materiau-incruste-inlay-onlay
10. Tagtekin DA, Özyöney G, Yanikoglu F. Two-year Clinical Evaluation of IPS Empress II Ceramic Onlays/Inlays. *Oper Dent*. 2009;34(4):369-78.
11. Krämer N, Taschner M, Lohbauer U, Petschelt A, Frankenberger R. Totally bonded ceramic inlays and onlays after eight years. *J Adhes Dent*. 2008;10(4):307-14.
12. Krämer N, Frankenberger R, Pelka M, Petschelt A. IPS Empress inlays and onlays after four years — a clinical study. *J Dent*. 1999;27(5):325-31.

13. Wassell RW, Walls AW, McCabe JF. Direct composite inlays versus conventional composite restorations: three-year clinical results. *Br Dent J.* 1995;179(9):343-9.
14. Angeletaki F, Gkogkos A, Papazoglou E, Kloukos D. Direct versus indirect inlay/onlay composite restorations in posterior teeth. A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2016;53:12-21.
15. Duquia RCS, Osinaga PWR, Demarco FF, Habekost LV, Conceição EN. Cervical Microleakage in MOD Restorations: In Vitro Comparison of Indirect and Direct Composite. *OP-DENT* 2006;31(6):682-7.
16. Fuzzi M, Rappelli G. Survival rate of ceramic inlays. *J Dent.* 1998;26(7):623-6.
17. Fabianelli A, Goracci C, Bertelli E, Davidson CL, Ferrari M. A clinical trial of Empress II porcelain inlays luted to vital teeth with a dual-curing adhesive system and a self-curing resin cement. *J Adhes Dent.* 2006;8(6):427-31.
18. Felden A, Schmalz G, Federlin M, Hiller K-A. Retrospective clinical investigation and survival analysis on ceramic inlays and partial ceramic crowns: results up to 7 years. *Clin Oral Investig.* 1998;2(4):161-7.
19. Schulz P, Johansson A, Arvidson K. A retrospective study of Mirage ceramic inlays over up to 9 years. *Int J Prosthodont.* 2003;16(5):510-4.
20. Spitznagel FA, Scholz KJ, Strub JR, Vach K, Gierthmuehlen PC. Polymer-infiltrated ceramic CAD/CAM inlays and partial coverage restorations: 3-year results of a prospective clinical study over 5 years. *Clin Oral Invest.* 2018;22(5):1973-83.
21. Goujat A, Abouelleil H, Colon P, Jeannin C, Pradelle N, Seux D, Grosogoeat B. Marginal and internal fit of CAD-CAM inlay/onlay restorations: A systematic review of in vitro studies. *J Prosthet Dent.* 2019;121(4):590-597.e3.
22. Cappare P, Sannino G, Minoli M, Montemezzi P, Ferrini F. Conventional versus Digital Impressions for Full Arch Screw-Retained Maxillary Rehabilitations: A Randomized Clinical Trial. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16(5):829.
23. Sampaio FBWR, Özcan M, Gimenez TC, Moreira MSNA, Tedesco TK, Morimoto S. Effects of manufacturing methods on the survival rate of ceramic and indirect composite restorations: A systematic review and meta-analysis. *J Esthet Restor Dent.* 2019;31(6):561-71.
24. Magne P, Schlichting LH, Paranhos MPG. Risk of onlay fracture during pre-cementation functional occlusal tapping. *Dent Mater.* 2011;27(9):942-7.
25. Zaruba M, Kasper R, Kazama R, Wegehaupt FJ, Ender A, Attin T, Mehl A. Marginal adaptation of ceramic and composite inlays in minimally invasive mod cavities. *Clin Oral Investig.* 2014;18(2):579-87.

26. Rippe MP, Monaco C, Missau T, Wandscher VF, Volpe L, Scotti R, Bottino MA, Valandro LF. Survival rate and load to failure of premolars restored with inlays: An evaluation of different inlay fabrication methods. *J Prosthet Dent.* 2019;121(2):292-7.
27. Özkir SE. Effect of restoration material on stress distribution on partial crowns: A 3D finite element analysis. *J Dent Sci.* 2018;13(4):311-7.
28. Costa A, Xavier T, Noritomi P, Saavedra G, Borges A. The influence of elastic modulus of inlay materials on stress distribution and fracture of premolars. *Oper Dent.* 2014;39(4):E160-170.
29. Goujat A, Abouelleil H, Colon P, Jeannin C, Pradelle N, Seux D, Grosogeat B. Mechanical properties and internal fit of 4 CAD-CAM block materials. *J Prosthet Dent.* 2018;119(3):384-9.
30. Liu X, Fok A, Li H. Influence of restorative material and proximal cavity design on the fracture resistance of MOD inlay restoration. *Dent Mater.* 2014;30(3):327-33.
31. Costa VC da, Machado AC, Soares PV, Raposo LH, Vasconcellos AB de. Influence of material and loading location on stress distribution of inlays. *Am J Dent.* 2021;34(3):171-6.
32. Ilgenstein I, Zitzmann NU, Bühler J, Wegehaupt FJ, Attin T, Weiger R, Krastl G. Influence of proximal box elevation on the marginal quality and fracture behavior of root-filled molars restored with CAD/CAM ceramic or composite onlays. *Clin Oral Investig.* 2015;19(5):1021-8.
33. Yu P, Xiong Y, Zhao P, Xu Z, Yu H, Arola D, Gao S. On the wear behavior and damage mechanism of bonded interface: Ceramic vs resin composite inlays. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2020;101:103430.
34. Souza J, Fuentes MV, Baena E, Ceballos L. One-year clinical performance of lithium disilicate versus resin composite CAD/CAM onlays. *Odontology.* 2021;109(1):259-70.
35. Rippe MP, Monaco C, Volpe L, Bottino MA, Scotti R, Valandro LF. Different Methods for Inlay Production: Effect on Internal and Marginal Adaptation, Adjustment Time, and Contact Point. *Oper Dent.* 2017;42(4):436-44.
36. Ahlholm P, Sipilä K, Vallittu P, Kotiranta U, Lappalainen R. Accuracy of inlay and onlay restorations based on 3D printing or milling technique - a pilot study. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2019;27(2):56-64.