

**CENTRO UNIVERSITÁRIO SÃO JOSÉ
CURSO DE ODONTOLOGIA**

Luiz Henrique Moraes de Figueiredo, Lineker Marques de Araújo e
Leonardo Goulart Caldas

**Abordagem de materiais e características dos blocos de fresagem
disponíveis para o sistema cad/cam**

Rio de Janeiro

2020

Abordagem de materiais e características dos blocos de fresagem disponíveis para o sistema cad/cam.

Approach to materials and characteristics of the milling blocks available for the cad/cam system.

Luiz Henrique Moraes de Figueiredo

Graduando em odontologia

Lineker Marques de Araujo

Graduando de odontologia

Leonardo Goulart Caldas

Graduando de odontologia

Luiz Otávio R. Garcia

Doutorando em Saúde Pública – Universidade Fernando Pessoa – Porto – Portugal
Mestre em Clínicas Odontológicas – CPO São Leopoldo Mandic – Campinas – SP

RESUMO

Existem diversas opções e características dos materiais de fresagem que podem ser utilizados no sistema CAD/CAM, na odontologia moderna é empregado na confecção de próteses. Os blocos de fresagem podem ser cerâmicos, monômeros e/ou híbridos. Eles possuem composições, indicações clínicas e marcas comerciais distintas. Esses materiais têm demonstrando uma evolução acelerada no campo científico, com o objetivo de aprimorar suas propriedades mecânicas e físicas para suprir as necessidades estéticas que são impostas pela sociedade moderna. Nessa circunstância, é necessário conhecer os sistemas cerâmicos disponíveis no mercado, desde suas características principais até suas limitações, para indica-los de forma correta em cada situação clinica.

Palavras-chave: CAD / CAM, Blocos de fresagem, Sistemas cerâmicos.

ABSTRACT

There are several options and characteristics of the milling materials that can be used in the CAD / CAM system, in modern dentistry it is used in the manufacture of prostheses. The milling blocks can be ceramic, monomers and / or hybrids. They have different compositions, clinical indications and trademarks. These materials have demonstrated an accelerated evolution in the scientific field, with the objective of improving their mechanical and physical properties to meet the aesthetic needs that are imposed by modern society. In this circumstance, it is necessary to know the ceramic systems available on the market, from their main characteristics to their limitations, to indicate them correctly in each clinical situation.

Key- words: CAD / CAM, Milling blocks, Ceramic systems.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a odontologia vem avançando constantemente quando se fala em tecnologia. O sistema CAD/CAM surgiu na indústria aeronáutica e automobilística. Esta tecnologia começou a ser utilizada na odontologia na década de 70, na Alemanha.

A sigla CAD/CAM vem do inglês, onde CAD significa *computer aided design* (projeto assistido por computador) e CAM *computer aided manufacturing* (fabricação assistida por computador). No qual o programa CAD determina o planejamento estrutural do objeto a ser confeccionado, enquanto o CAM programa diretamente o processo de produção.

Em consequência desta iniciativa, na área da odontologia restauradora, tem-se verificado uma verdadeira revolução industrial e tecnológica, que veio trazer ao cirurgião dentista mais opções restauradoras e possivelmente melhores do ponto de vista estético e não só, otimizado também com a introdução de novos materiais para as restaurações (BARATIERI et al., 1994).

As opções de materiais restauradores indiretos, disponíveis, são cerâmicas, resinas e metais. Todos podem ser utilizados com auxílio do sistema CAD/CAM através das técnicas de usinagem, sinterização a laser ou impressão 3D.

O objetivo geral é produzir um trabalho científico que aborde as opções de materiais disponíveis para fresagem, utilizados no sistema cad/cam para confecção de uma prótese fixa.

Enquanto os objetivos específicos são abordar as características sobre os blocos de fresagem enfatizando os cerâmicos, resinosos e híbridos e facilitar o conhecimento sobre os materiais de fresagem, visando à produção de estruturas protéticas com alto padrão de qualidade e estética, de forma personalizada e planejada com precisão digital.

Por se tratar de um tema moderno e com um vasto campo ainda a ser explorado, foi observado a necessidade de realizar o estudo das opções e características dos materiais disponíveis para fresagem, utilizados no sistema cad/cam. O estudo facilitará o conhecimento dos profissionais a respeito dos materiais de fresagem e contribuir academicamente com futuras pesquisas a respeito do tema. Assim beneficiando as pessoas que precisam utilizar as próteses fixas.

A pesquisa para a revisão bibliográfica teve como base a fonte de dados do Google acadêmico, Pubmed, por artigos em português e inglês e sites dos fabricantes dos blocos de fresagem utilizados no sistema CAD/CAM

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A tecnologia CAD/CAM tem evoluído muito nas últimas décadas. Esta tecnologia sempre foi muito presente na área da engenharia e arquitetura como uma ferramenta para a fabricação de peças para maquinário industrial e desenhos arquitetônicos de precisão (BAYAZIT, 2004)

Na odontologia esse sistema é utilizado principalmente na produção de próteses dentárias. Restaurações indiretas são planejadas e fabricadas com o auxílio do computador, diminuindo a influência do processo manual executado pelo técnico em prótese dentária (TPD). Os materiais utilizados para a fresagem da estrutura protética são blocos pré-fabricados de cerâmica, materiais considerados

“híbridos” de resina composta e cerâmica, ligas metálicas, resinas acrílicas e ceras, dependendo da estrutura a ser fresada e seu objetivo (MIYAZAKI et al., 2009).

As cerâmicas ocupam lugar de destaque na odontologia, pois apresentam como características favoráveis a biocompatibilidade, estética e propriedades mecânicas que colaboram na reabilitação oral, contudo elas possuem um alto módulo de elasticidade quando comparado à dentina e devido a sua dureza contribuem para o desgaste do dente antagonista (ALBAKRY et al., 2003)

Podemos dividir os blocos cerâmicos odontológicos de acordo com as seguintes características:

- 1) Blocos Cerâmicos
- 2) Blocos Híbridos
- 3) Blocos Resinosos

1) Blocos Cerâmicos

1.1) *FELDSPÁTICOS*

Esta opção cerâmica é o sistema mais antigo no mercado, aonde são relatados resultados expressivos. Dentre trabalhos estéticos a cerâmica feldspática é o material que apresenta os melhores resultados. Por conta de ter uma grande escala de cores, e conseguir ter uma translucidez adequada, sendo estas bastantes similares aos dos dentes naturais. Apresentando como suas indicações facetas, inlays, onlays, coroa anterior. (HILGERT LB, et al., 2010, SULAIMAN, 2020)

Clinicamente existe uma taxa de sucesso dos blocos de cerâmicas feldspáticas de 84%-95% em um período de 9-18 anos. Tendo como sua principal causa de fracassos a fratura da restauração. Para se obter um prognóstico bom, deve existir um planejamento bem detalhado levando em consideração o tamanho e a localização da restauração (SULAIMAN TA, 2020).

Em geral, cerâmicas feldspáticas apresentam características como baixa resistência à flexão, boas propriedades ópticas e não requer queima. (CAMARGO IF, et al., 2018).

No mercado os blocos feldspático se apresentam principalmente como: CEREC Blocs (Dentsply Sirona, York, Pennsylvania) e VITABLOC (Mark II, RealLife, TriLuxe, VITA Zahnfabrik).

1.2) CERÂMICAS REFORÇADAS POR LEUCITA

Primeiramente foi inserida no mercado pela Ivoclar com o nome de IPS Empress CAD, que possui uma ligeira melhora nas propriedades mecânicas. Observa-se também a grande translucidez, o que torna uma escolha excelente em caso que exige estética. Esse tipo de cerâmica apresentou grande sucesso clínico quando usada em área que não possua suporte de carga expressivo. (SULAIMAN TA, 2020)

Os blocos Empress CAD (EmpressCAD HT, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) são disponíveis em diversas cores e três padrões de translucidez, que são: LT (low translucency) baixa translucidez, HT (high translucency) alta translucidez e Multi. O padrão Multi significa que tem a possibilidade de variar a translucidez de acordo com a anatomia dental exigida, por exemplo, uma cervical mais opaca com uma incisiva mais translúcida. (FASBINDER DJ, 2010, HILGERT LB, et al., 2010).

Além do bloco Empress CAD, também temos disponível no mercado a Paradigm C (3M ESPE), esse bloco está ofertado em seis tonalidades, é uma cerâmica radiopaca, que exibe um efeito camaleão, devido a sua translucidez melhorada e fluorescência. (FASBINDER DJ, 2010)

Também se podem destacar características atribuídas esse tipo de cerâmica como baixa resistência á flexão, boas propriedades ópticas e não requer queima, estas propriedades iguais a cerâmica feldspática. (CAMARGO IF, et al., 2018)

1.3) CERÂMICAS DE DISSILICATO DE LÍTIO

Atualmente esse tipo de cerâmica se apresenta no mercado, principalmente, como os blocos IPS E.Max CAD, Ivoclar Vivadent. Observa-se que este material está tendo sucesso, quando em espessuras adequadas, são utilizados em regiões aonde possuem suporte de carga, mesmo assim mantendo melhorias nas propriedades ópticas. Sendo assim tendo suas principais indicações voltadas para facetas, inlays/onlays e coroas unitárias. (SULAIMAN, 2020)

A composição desse tipo de cerâmica é dada por uma matriz vítrea onde ocorre o crescimento de cristais de dissilicato de lítio que elevam sua resistência- podendo assim ser utilizado para confecção de restaurações anatômicas. (HILGERT LB, et al., 2010)

A formulação desses blocos disponíveis para o sistema CAD/CAM é fornecido em estágio pré-cristalizado (bloco de cor azul) que deve, após a usinagem, ser cristalizado em forno, para assim assumir sua cor e resistência final. Atualmente, existem duas variantes desse bloco, um que apresenta alta translucidez e outro que apresenta baixa translucidez, são divididos assim para que possa ser implementado em casos diversificados, com manutenção da estética e propriedade óptica. É importante atestar a necessidade de mais estudos para avaliar a abrasividade desse tipo de cerâmicas causadas nos dentes antagonistas (HILGERT LB, et al., 2010).

Importante ressaltar a presença de estudos que mostram uma taxa de insucesso em trabalhos de próteses parciais fixas, foi avaliada grande índices de fraturas nos conectores. Desajustes marginais desse tipo de material foram relatados como mínimos e dentro dos limites clinicamente aceitáveis. Entretanto, a maioria dos estudos mostra que as restaurações em dissilicato de lítio acabam tendo melhor adaptação marginal no sistema convencional quando comparado com o sistema CAD/CAM. (SULAIMAN, 2020)

Recentemente, versões modificadas desse material foi implementado no mercado odontológico, são materiais que já são apresentados totalmente cristalizados, ou seja, dispensa a cristalização adicional. Esses blocos são o VITA Suprinity PC (VITA Zahnfabrik), Celtra Duo (Dentsply Sirona), and Obsidian (Glidewell Laboratories, Newport Beach, California). Ainda precisamos de mais estudos para avaliar e comparar com os atuais materiais do mercado, porém estudo inicial in vitro mostram propriedades muito similares ou ligeiramente inferior quando comparado com o IPS E.Max CAD.(SULAIMAN, 2020)

Também existem estudos que atrelam características como média resistência a flexão, boas propriedades ópticas e queima em forno de cerâmicas convencionais. Além de adicionar as seguintes indicações, não citadas anteriormente, como: prótese parcial fixa e coroas unitárias sobre implantes. (CAMARGO IF, et al., 2018)

1.4) ZIRCÔNIA

Inicialmente este material foi empregado na área médica pelos ortopedistas com relevante sucesso devido as excelentes propriedades mecânicas do material e biocompatibilidade. Atualmente, tornou-se uma opção viável para a confecção de núcleos para restaurações totalmente cerâmicas e PPF. (GOMES EA, et al., 2008).

O dióxido de zircônio, popularmente chamado de zircônia, foi sem dúvidas o material que mais evoluiu e teve seu uso potencializado com a chegada da tecnologia CAD/CAM no mercado. O que torna este material tão interessante para a confecção de infraestruturas são principalmente as características de elevada resistência flexural, adequada tenacidade à fratura, excelente biocompatibilidade e coloração e translucidez compatíveis com ótimos resultados estéticos. Esse material é capaz de substituir os metais das próteses tradicionais metal-cerâmicas, e seu custo não é tão elevado quando comparado com as ligas de metais nobres. A zircônia foi até apelidada de “aço cerâmico” por alguns autores, devido as essas características que lembram os metais (HILGERT LB, et al., 2010).

Deve-se destacar que a zircônia possui três fases cristalográficas sendo essas chamadas de cúbicas, tetragonal ou monoclinicas. Essas fases são determinadas pela temperatura que o material se encontra. Na temperatura ambiente a zircônia pura se encontra na fase monoclinica, e nesse estado puro a zircônia nos impossibilita de trabalhar. Pois quando à passagem da fase tetragonal para a monoclinica (que é no resfriamento) ocorre um aumento volumétrico do material de aproximadamente 4,5%, caso o material seja usado nessas circunstâncias teria um resultado de falha catastrófica (HILGERT LB, et al., 2010).

Para que o material se torne utilizável e tenha características que torne o mesmo manipulável, podem ser adicionados em sua composição diversos tipos de óxidos com o objetivo de estabilizar esse material, assim mantendo-o em fase cúbica ou tetragonal. No meio odontológico, o óxido mais utilizado é a ítria, este estabiliza parcialmente a zircônia em fase tetragonal. Isso pode ser considerado uma vantagem, principalmente em casos de trincas. Pois o estresse produzido pelo início de sua propagação provoca uma transformação localizada dos cristais do estado tetragonal para o monoclinico. O aumento de volume desses cristais ao redor da trinca gera uma força compressiva que impede sua propagação, e dificulta, assim, a ocorrência de fratura. (HILGERT LB, et al., 2010)

Os blocos de zircônia têm duas formas de apresentação: os blocos em corpo branco e os blocos HIP (Hot Isostatic Pressed). Os blocos em corpo branco são em estado pré-sinterizado, que facilita na etapa de usinagem, porém requer posterior sinterização. A sinterização final leva uma contração volumétrica de aproximadamente 20%, este volume é calculado e compensado pelos sistemas automatizados antes da usinagem. Já os blocos HIP estão completamente sinterizado já apresentando propriedades mecânicas elevadas, o que dificulta na usinagem, assim, requerendo um sistema CAM bastante robusto. Blocos HIP sofrem bastante estresse na usinagem que leva a transformação do estado tetragonal para o monoclinico. Por isso acredita-se que o processamento dos blocos em corpo branco levam um resultado final do material mais consistente e estável. (HILGERT LB, et al., 2010)

Basicamente a zircônia tem como indicações infraestrutura para próteses unitárias anteriores e posteriores, infraestrutura para pontes de até 14 elementos. Abutments para implantes, assim como o próprio implante pode ser em zircônia (HILGERT LB, et al., 2010).

Também tendo seu uso indicado para coroas, próteses parciais fixas, além do já citado abutments. Possuindo também características como alta resistência a flexão, opacidade acentuada, queima em forno que atinja alta temperatura e necessita de revestimento cerâmico. (CAMARGO IF, et al., 2018).

1.5) CERÂMICA DE ALUMINA INFILTRADA POR VIDRO

Esse tipo de cerâmica se encontra no mercado, principalmente, catalogado pela empresa Vita, que são disponíveis em três modelos, que são: InCeram Spinell, InCeram Alumina e InCeram Zirconia. Estes materiais podem ser processados tanto da maneira convencional, como através dos sistemas de usinagem, o CAD/CAM (HILGERT LB, et al., 2010).

Quando utilizado através dos blocos na modalidade CAD/CAM, os blocos se apresentam em estado poroso, assim após a usinagem eles recebem a aplicação do vidro de lantânio e são levados ao forno, para que a infiltração ocorra, assim para obter as características físicas e mecânicas desejadas. O uso do CAD/CAM para este material vem apresentando vantagens como a facilitação do controle de

espessura e considerável redução no tempo de produção, quando comparados as técnicas convencionais.(HILGERT LB, et al., 2010)

Como o material é apresentado em três modelos diferenciados, eles também possuem características e indicações variadas. O InCeram Spinnel apresenta resistência flexural aproximadamente de 350Mpa e alta translucidez, sendo indicado como coping de coroas anteriores sem substrato demasiadamente escurecido. Os blocos InCeram Spinnel possuem em sua composição uma fase cristalina de alumina, espinélio de magnésio ($\approx 70\%$) e vidro de lantânio ($\approx 30\%$). (HILGERT LB, et al., 2010)

Material como o InCeram Alumina, já se apresenta com fase cristalina de alumina ($\approx 70\%$) e vidro de lantânio ($\approx 30\%$), apresenta uma resistência flexural ao redor de 430MPa, sendo como principais indicações desse tipo de cerâmica: coping de coroas anteriores e posteriores, bem como pontes anteriores de até três elementos.(HILGERT LB, et al., 2010)

O InCeram Zircônia é composto por uma estrutura cristalina de zircônia e alumina ($\approx 70\%$) infiltrada por vidro de lantânio ($\approx 30\%$). Possui resistência biaxial média, aproximado de 550Mpa, segundo a literatura. Ele é indicado para coping de coroas posteriores e infraestruturas de pontes fixas até três elementos. Seu uso no segmento anterior é limitado devido a sua grande opacidade, assim podendo comprometer a estética (HILGERT LB, et al., 2010).

1.6) CERÂMICA DE ALUMINA DENSAMENTE SINTERIZADA

Cerâmicas desse tipo são bastante interessantes, pois possuem praticamente 100% de sua composição de estrutura cristalina de alumina, que passam por um processo de densa sinterização. No mercado encontramos esses materiais com os nomes comerciais de: InCeram AL (Vita), inCoris Al (Sirona) e o Procera Alumina (Nobel Biocare). Esse material é processado via CAD/CAM em uma fase de pré-sinterização final, o que facilita o desgaste, porém após a usinagem as peças produzidas precisam ser levadas ao forno para completar sua sinterização (HILGERT LB, et al., 2010).

Essa cerâmica possui resistência flexural aproximadamente de 650MPa, e tem suas indicações descritas para produção de coping para coroas anteriores e

posteriores, infraestruturas de pontes anteriores e posteriores de até três elementos, bem como coroas primárias para próteses telescópicas.(HILGERT LB, et al., 2010)

Vale a pena destacar que existe estudo que mostra como características gerais de todas as cerâmicas aluminizadas sendo um material com alta resistência flexão, que necessita de revestimento cerâmico e introduz indicações como: coroas e próteses parciais fixas.(CAMARGO IF, et al., 2018)

2) Blocos Cerâmicos Híbridos

O surgimento do CAD-CAM, transformou a forma de produção das próteses dentais, em relação à maneira de fabricação e economia. O CAD-CAM possibilitou a inserção e uso de materiais de alto desempenho, especificamente em longevidade e propriedades biomecânicas, como a evolução dos materiais, podemos citar as cerâmicas híbridas, para a utilização na odontologia (MANASSES et al.,2017).

A finalidade da odontologia restauradora é substituir ou restaurar um elemento dental acometido, por um material que apresente em sua composição física e biológica, qualidades que se assemelham ao dente natural. (COLDEA et al., 2013)

As tendências recentes em odontologia estética envolvem a redução ou a eliminação do uso de metais e o aumento do uso de CAD/CAM, conduzindo para o crescimento do uso de materiais cerâmicos e compósitos (HE LH SWAIN M 2013). As cerâmicas são materiais que possuem características excelentes quando falamos em propriedades mecânicas, ópticas e biocompatibilidade. Em contrapartida os materiais compósitos apresentam maior facilidade na manipulação e reparo de maneira pratica, contudo as características mecânicas e biocompatibilidade são inferiores as da cerâmica (NGUYEN JF et al., 2014).

Desde a inclusão dos materiais cerâmicos monolíticos, as características mecânicas e estéticas vêm sendo constantemente aprimoradas, principalmente com a eliminação de fatores que desencadeiam as falhas, como as tensões residuais, isso ocorre, pois os blocos compactos pré-fabricados possuem homogeneidade em sua composição, o que faz com que esse material fique mais resistente a fratura (SOUZA et al.,2012; TANAKA et al.,2016).

Um aspecto relevante que pode interferir na escolha do sistema cerâmico é o grau de resistência ao desgaste dos materiais e o comportamento do dente

antagonista ao desgaste, visto que os materiais que possuem módulo de elasticidade e dureza elevados proporcionam danos abrasivos irreversíveis ao antagonista (LUDOVICHETTI et al., 2018). Em diversas situações, as restaurações cerâmicas são aplicadas para substituir o esmalte dental, portanto, o grau de desgaste do dente antagonista depende do desempenho do material restaurador (BEYTH et al., 1993).

As cerâmicas tradicionais são capazes de provocar o desgaste exagerado do dente antagonista, o que pode levar a destruição da anatomia, perda de tecido dental em excesso e inclusive desordens da articulação temporomandibular (DELONG et al., 1989)

Portanto, os compósitos resinosos não conseguem manter a estabilidade estrutural por um longo período, por possuírem uma baixa resistência ao desgaste e problemas de manchamento e microinfiltração (SAVABI et al., 2011). A clínica cotidiana enfrenta diversos problemas, e um dos principais está relacionado às falhas dos materiais, onde os profissionais estão constantemente pesquisando materiais que ofereçam uma longevidade das restaurações indiretas, mas também, evitando o excessivo desgaste dos dentes naturais (NGUYEN, 2014).

Logo, objetivando a redução da capacidade de desgaste ao dente antagonista em comparação as cerâmicas tradicionais, observou-se a possibilidade de associar as características mais vantajosas das cerâmicas e dos compósitos, com o propósito de fazer um material restaurador ideal com módulo de elasticidade análogo a dentina e ao esmalte dentário, correlacionado a uma estética favorável. Deste modo cientistas de materiais dentários desenvolveram um novo material híbrido, que se aproxima das características de um dente natural, que é conhecido como cerâmica infiltrada por polímeros (PIC) ou cerâmica híbrida. (HE SWAIN.,2011) (COLDEA et al., 2013). A cerâmica híbrida é formada por um entrelaçamento de 86% de cerâmica feldspática com 14% de infiltrado por polímero (UDMA e TEGDMA) formando uma rede interpenetrante (COLDEA et al., 2013) (figura1).

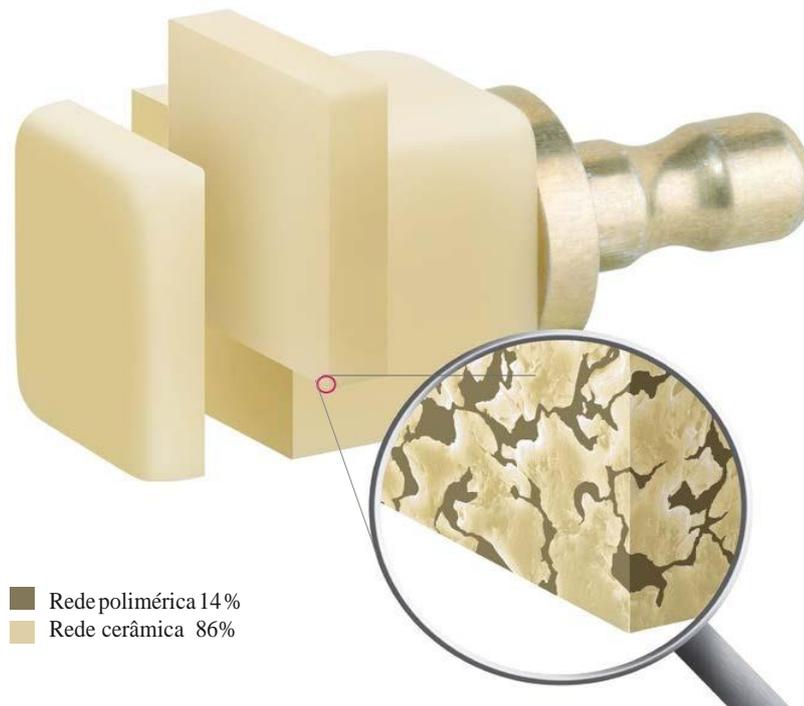


Figura 1 – Estrutura de rede de cerâmica cerâmica infiltrada com polímeros. (Catalogo Vita Enamic versão 7.15)

2.1) VITA ENAMIC

Recentemente este material começou a ser comercializado pela empresa Vita Zahnfabrik, de acordo com o fabricante, obtêm-se esse material a partir de uma cerâmica felsdpática, em que o polímero é infiltrado sob pressão e temperatura originando um bloco CAD/CAM com uma rede Dual (COLDEA et al., 2013). Outra empresa de materiais odontológicos apresentou o Cerasmart (GC, Japão), que possui em sua composição 71% de nanopartículas de cerâmica feldspática e 29 % de resina (BIS-MEPP, UDMA, DMA) (AWADA A, NATHANSON D, 2015; KAMONKHANTIKUL K et al., 2016). Tratar sobre a composição química que cada fabricante utiliza, é importante, para explicar as propriedades desse tipo de material.

As cerâmicas infiltradas por polímero possuem módulo de elasticidade e dureza que imitam o esmalte do dente. Esses materiais híbridos podem ser utilizados com espessuras finas, favorecendo a preservação da estrutura do dente por ter um preparo minimamente invasivo e ainda assim vão conservar as propriedades de resistência a propagação de fraturas e trincas pela sua rede de organização dual (COLDEA et al., 2013). De acordo com o fabricante as contra indicações deste material são para restaurações em ponte, restaurações em cantilever e disfunções (ex: bruxismo). Além das clássicas indicações para

restaurações de um só dente (inlays, onlays, faceta e coroas) é especialmente indicado para tratamentos minimamente invasivos, como também para tratamentos com coroas em regiões com elevada carga mastigatória (região de molar) (tabela 1).

Visão geral de indicação VITA ENAMIC	
Coroas em dentes anteriores e posteriores sobre implantes	
Coroas em dentes anteriores e posteriores	
Inlays / Onlays / coroas parciais	
Facetas	

Tabela 1 (Vita Enamic instruções de processamento edição 10.17)

Segundo o fabricante os blocos Vita Enamic estão disponíveis em dois padrões de translucidez que são HT (high translucent) alta translucidez indicados primariamente para inlays, onlays, coroas e coroas parciais, bem como facetas cervicais, bordas incisais e T (translucent) translúcido adequado para coroas, que devem disfarçar cotos (porção de dente cariado ou fraturado) descoloridos ou escuros, como em descoloração causada por tetraciclina, tatuagens por amálgama, confecção de núcleo metálico e restaurações em paciente idoso. Com relação às cores este bloco é o único sistema de cor de dentes no mercado a considerar todas as três dimensões de cores e a integrar um princípio de categorização sistemático para determinação e reprodução de cor: luminosidade da cor – intensidade da cor – tom da cor (valor – croma – matiz)

PROPRIEDADES BIOLÓGICAS

Em estudo feito com o objetivo de avaliar a adesão de placa bacteriana em modelos revestidos por partículas de nanocompositos de sílica em diferentes tipos de cerâmicas infiltrada por polímero (PIC), demonstrou uma menor aderência de streptococcus mutans sobre a superfície devido à menor rugosidade e maior hidrofobicidade do que em modelos não revestidos (KAMONWANON P et al., 2017).

PROPRIEDADES MECÂNICAS

O primeiro estudo analisando o desempenho da cerâmica híbrida, referindo-se ao módulo de elasticidade, dureza e tenacidade a fratura teve início em 2011, nesse estudo foi constatado que a interação entre as cerâmica feldspática e o polímero demonstravam uma característica específica do material, com o módulo de elasticidade semelhante a estrutura de um dente natural (HE, SWAIN, 2011), isso permite que a usinagem seja mais rápida o que torna viável a escolha desse material restaurador (ALBERO et al., 2015).

No ano de 2013 foram feitas as primeiras publicações sobre as cerâmicas híbridas, porém esses polímeros já estavam sendo fabricados pela marca comercial Vita produtos odontológicos (Vita Enamic). (DIRXEN C et al., 2013). Um estudo testou várias concentrações de polímeros infiltrados na cerâmica, e revelou que tais concentrações vão determinar as propriedades do material, a resistência a flexão varia entre 159,88 Mpa para 59 % de polímero e 131,07 Mpa para 72%, o módulo elástico é afetado, os valores são de 16,45 Gpa para 59% e de 28,14 Gpa para 72% (COLDEA et al., 2013) em outro estudo realizado com uma dessas cerâmicas experimentais infiltrada por polímeros expressou valores de aproximadamente 30 Gpa de módulo elástico, 2,5 Gpa de dureza e a tenacidade a fratura 1,7 Mpa.m^{1/2} para essa cerâmica. A justificativa dos autores para a alta tenacidade à fratura é devido a deflexão da trinca da nova cerâmica (HE, SWAIN, 2011).

Ludovichetti et al. (2018) avaliaram o desempenho do desgaste das cerâmicas feldspática, dissilicato de lítio e cerâmica híbrida do teste de 3 corpos. Com esse estudo foi possível observar que a cerâmica híbrida foi o material que causou o menor desgaste no esmalte bovino, porém esse material mostrou uma maior rugosidade de superfície analisado por meio de um perfilômetro de superfície.

Através de um estudo in vitro em um simulador de mastigação, amostras de cerâmicas infiltradas por polímeros foram usadas contra o esmalte de um dente natural humano, mostrando que houve perda de material, ou seja, desgaste, concluindo-se que esse material possui resistência ao desgaste inferior quando comparados a um bloco de cerâmica feldspática (ZHI L, BORTOLOTTO T, KREJCI I. 2016).

Foi elaborada uma avaliação de resistência à fratura por fadiga e desgaste de coroas de molares fresadas de uma cerâmica infiltrada por polímero (Vita Enamic, Vita Alemanha), que foi cimentada em pilares resinosos, através de um ensaio de fadiga acelerado de movimentos da boca, com carga relevante em meio aquoso. Essas coroas exibiram excelente resistência à fadiga e a flexão, só foi possível observar falhas com cargas acima de 1000Ncm, insinuando que é difícil ocorrer uma fratura, e só poderiam acontecer sob cargas exageradamente altas. Além disto, o referido material mostrou boa resistência ao desgaste sob cargas relevantes, portanto sendo aconselhada a sua utilização para fabricação de pontes (KAIZER et al., 2016)

Em um estudo feito com o objetivo de comparar o esmalte humano e uma PIC (Vita Enamic), por meio de testes micromecânicos e nanomecânicos, constatou-se que embora a cerâmica híbrida seja similar a um dente humano, ela revelou ser mais eficaz no que se refere à resistência e o crescimento da fissura em nível microscópico. No mesmo estudo foi possível verificar a dureza da PIC em valor de 3,31Gpa e a tenacidade à fratura 1,81Mpa.m^{1/2}. Não é possível observar em nenhum outro material dentário essa característica de resistência a fratura (YU H et al., 2016).

PROPRIEDADES ADESIVAS

No que tange a adesividade das cerâmicas híbridas, muitos métodos de tratamento de superfície revelam que o jateamento de oxido de alumínio aumenta a resistência ao cisalhamento entre o cimento resinoso e uma cerâmica híbrida, da mesma maneira que o uso do ataque ácido e aplicação de adesivo melhora a ligação entre a PIC e o cimento resinoso (BARUTCIGIL K et al., 2016).

Estudos sobre resistência adesiva em PIC Vita Enamic, através de teste com cisalhamento (macro teste), observou-se que o tratamento feito na superfície que apontou o melhor valor de resistência a união, entre diferentes cimentos resinosos, foi o protocolo com acido fluorídrico 5% por 30-60 segundos, seguido de lavagem e secagem + aplicação de agente de união silano. (SWAIN MV et al., 2016)

Outro estudo foi feito para apurar o efeito do jateamento de óxido de alumínio sobre a superfície e o comportamento da união pela silanização entre cinco marcas comerciais diferentes, foram analisados a composição estrutural e química mediante

a difração de raios (XRD), espectroscopia por dispersão de energia (EDS), microscopia eletrônica de varredura (SEM) e microscopia eletrônica de transmissão (TEM). Depois de medir a adesão a superfície do bloco com e sem jateamento, indicou que o jateamento aumenta a rugosidade superficial e resulta numa superfície irregular, provocando fissuras superficiais das amostras e, após ser submetida a silanização melhorou a resistência de união (YOSHIDA Y et al., 2017)

Um estudo com o objetivo de avaliar a resistência à fratura entre coroas fresadas de cerâmicas feldspática, leucita, dissilicato de lítio e zircônia e infiltradas por polímeros, com agentes de cimentação distintitos por meio de ensaios de resistência à ruptura sob carga estática em máquina universal, comprovou que a cerâmica infiltrada por polímeros apresenta valores de resistência a fraturas maiores quando comparados a cerâmica feldspática e leucita, tornando as PIC uma alternativa restauradora para o uso em coroa sobre implante (WEYHRAUCH M et al., 2016)

As cerâmicas infiltradas por polímero de acordo com as suas propriedades de módulo de elasticidade, dureza e resistência a fratura não conseguem superar as cerâmicas odontológicas atualmente no mercado (COLDEA et al., 2013). Porém em relação ao desgaste do material e o dente antagonista, o desgaste desse material é similar à resina composta (ZHI L, BORTOLOTTO T, KREJCI I. 2016).

3) Blocos Resinosos

As resinas compostas surgiram na odontologia a mais de cinquenta anos, para ser mais preciso, foram desenvolvidas em 1962. E graças a suas propriedades estéticas e as vantagens da tecnologia adesiva, se tornou um material muito utilizado na odontologia, desde o seu surgimento até os dias de hoje, onde ao longo do tempo sofreu diversas mudanças. As resinas compostas são indicadas para uma variedade de aplicações odontológicas como restaurações diretas e indiretas, coroas, restaurações provisórias, cimento para próteses e diversas outras finalidades (FERNANDES HGK et al., 2014).

Com o surgimento de novas tecnologias, a odontologia moderna vive a era do planejamento e produção computadorizada de restaurações dentárias. E nesse contexto, os materiais resinosos se tornaram mais uma opção para restaurações indiretas a serem utilizadas no sistema CAD/CAM. (HILGERT LB et al., 2010) Os compósitos de resina consistem em uma matriz polimérica reforçada por cargas que podem ser inorgânicas (cerâmica ou vitrocerâmica ou vidro), orgânicas ou compósitas. (FERRANCE JL. 2011) Os blocos resinosos são indicados para restaurações indiretas provisórias ou definitivas (HILGERT LB et al., 2010)

Blocos para confecção de restaurações provisórias.

O papel das restaurações provisórias durante o tratamento protético não se limita apenas a uma restauração temporária entre o preparo e a colocação da prótese definitiva. Elas promovem ao profissional uma oportunidade para criar um modelo para restauração final. (MEZZOMO E. 1994). Atualmente, diversas empresas oferecem blocos de materiais resinosos específicos para confecção de provisórios de longa durabilidade. São exemplos de materiais disponíveis no mercado para a produção de provisórios de longa duração: artegral ImCrown (Merz, Alemanha); Vita CAD-Temp (Vita, Alemanha); artBloc Temp (Merz); ZENO PMMA (Wieland, Alemanha); etkon polycon ae (Etkon, Alemanha); Kavo Everest C-Temp (para infraestruturas) (Kavo, Alemanha) (HILGERT LB et al., 2010).

Os blocos resinosos para confecção de provisórios podem ser usinados na forma final anatômica, como podem ser produzidas infra-estruturas que serão, posteriormente, estratificadas pelo acréscimo manual de compósitos. (HILGERT LB et al., 2010) Os materiais restauradores disponíveis para processamento CAD/CAM apresentam propriedades físico-mecânicas superiores e ótima aceitação biológica, uma vez que os polímeros usados contam com alto grau de conversão, que é possível dada a polimerização em âmbito industrial. (SCHWEIGER J, BEUER F. 2008)

3.1) VITA CAD-TEMP

O Vita Cad-Temp, é um compósito de polímero com micro-preenchimento altamente reticulado(fig 1). Ele está disponível no mercado pela fabricante alemã Vita, em forma de blocos estendidos com tamanhos de 40 e/ou 55mm. É oferecido como um bloco monocolor que se apresenta em até quatro tons ou multicolor que pode ser encontrado com até quatro camadas de tons. É recomendado pelo fabricante por até um ano de serviço clínico. (FASBINDER DJ. 2010).



Figura 1

Fonte:<https://www.vita-zahnfabrik.com/es/Dentist-Solutions/Confeccion-CAD/CAM/Restauracion-temporal/material-auxiliar/VITA-CAD-Temp-monoColor-25303,27568.html>

3.2) ARTBLOC TEMP

ArtBloc temp(fig 2), é um bloco monocromático altamente reticulado, feito de OMPR-N. Este compósito não apresenta cargas inorgânicas e apresenta alta resistência à flexão. Está disponível nas dimensões de 15.5x19x39 mm. É indicado pelo fabricante, sua utilização em restaurações temporárias e controle dos tecidos moles.(STAWARCZYK B ET AL., 2012)



Figura 2

Fonte: <https://www.merz-dental.de/en/digital-solutions/pmma/artbloccr-temp>

ZENO PMMA

3.3) TELIO CAD PARA ZENOTEC

O Telio CAD consiste em blocos de polímero de acrilato (PMMA) para a fabricação de restaurações temporárias de longo prazo usando a tecnologia CAD / CAM. Os blocos resinosos Telio CAD (fig 3), estão disponíveis em dois tamanhos (B40L e B55), em até 6 tons de cores e o período recomendado de uso é até 1 ano. De acordo com o fabricante, são indicados para coroas e pontes (com até dois pânticos) anteriores e posteriores temporárias; restaurações temporárias em implantes e restaurações terapêuticas para corrigir problemas na ATM e ajustes oclusais (IVOCLAR VIVADENT., 2020).



Figura 3

Fonte: <https://www.ivoclarvivadent.us/explore/telio-cad>

3.4) ETKON POLYCON

A Etkon é uma marca que pertence ao grupo Straumann no qual desenvolvem tecnologia em odontologia, como o sistema CAD/CAM, entre outros. O polycon é um polímero de acrilato forte (fig 4), indicado para restaurações provisórias. As restaurações polycon® estão disponíveis em 6 tons: Alvejante, A1, A2, A3, B1 e B2. O polímero de acrilato à base de PMMA fornece alta resistência para indicações de arco completo (STRAUMANN AG., 2019).



Figura 4

Fonte: <https://www.straumann.com/en/dental-profession/alan/products-and-solutions/cares-digital-solutions/materials/polycon-ae.html>

3.5) BLOCOS PARA CONFECÇÃO DE RESTAURAÇÕES DEFINITIVAS

Apesar de serem mais indicados para confecção de restaurações provisórias, as utilizações dos blocos resinosos, também é possível nas restaurações indiretas definitivas em alguns sistemas CAD/CAM. As opções de materiais são poucas, mas a vantagem dessa opção de tratamento em relação as técnicas tradicionais é a qualidade inerente do material produzido com extrema exigência técnica. O principal bloco de resina composta, indicado para restaurações definitivas por processamento em CAD/CAM, é o Paradigm MZ100.(HILGERT LB et al., 2010)

3.6) PARADIGM™ MZ100 (3M ESPE)

Foi lançado ao mercado no ano de 2000, este bloco foi desenvolvido a partir do material restaurador Z100™ da 3M ESPE. (FASBINDER DJ. 2012) Os blocos resinosos Paradigm(fig 5) apresentam cinco tonalidades diferentes (A1, A2, A3, A3.5, B3) e tamanho de 14mm. É indicado pelo fabricante, para restaurações Inlays, Onlays e Coroas, além de ser um material de fácil reparo intra-oral.(3M COMPANY., 2020)



Figura 5

Fonte:https://www.3m.com/3M/en_US/company-us/all-3m-products/~paradigm-mz100-cerec-Paradigm-MZ100-Blocks-for-CEREC-/?N=5002385+3294768953&rt=rud

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Novas cerâmicas odontológicas com varias fases são tendências na odontologia atual. O aspecto de conformação normalmente é em blocos para fresagem em CAD-CAM, pois as cerâmicas aplicadas manualmente ou injetadas possuem uma menor variabilidade estrutural. É fundamental que o cirurgião dentista conheça e tenha domínio das técnicas dos materiais dentários mais recentes usados para cada finalidade. A resistência ao desgaste das cerâmicas é um fator importante para entender as possíveis falhas no tratamento reabilitador protético, pois o desgaste é um processo inevitável e irreversível (MEHTA et al. 2012; LUDOVICHETTI et al. 2018).

A cerâmica feldspática, provavelmente foi o material mais comentado na literatura até o momento, por outro lado a cerâmica infiltrada por polímero, que exhibe indicações clínicas de uso similar as da cerâmica feldspática, ainda é bem pouco conhecida.

A cerâmica híbrida apresentou uma estrutura de material inorgânico preenchido com material orgânico. Em análises em DRX evidenciaram que esse tipo de cerâmica é amorfo, porém, cristalina.

A escolha do sistema cerâmico ideal deve levar em consideração a resistência mecânica do material, e a região a ser restaurada, com a finalidade de garantir a longevidade do tratamento.

TABELA 1 – Exemplos, propriedades e Indicações dos blocos de fresagem

Tipo de Cerâmica	Marca Comercial	Composição	Indicações Clínicas
Feldspática	VITABLOC Mark II TRiLuxe	Partículas de leucita dispersas dentro de uma matriz vítrea, em geral formando aglomerados. Cada partícula tem diâmetro de 5 µm e seu conteúdo em volume varia de 5 a 25%	-Coroas anteriores; -Facetas; -Inlay e Onlay.
Feldspática c/ leucita	IPS Empress Cad Paradigm C	Partículas de leucita homogeneamente dispersas dentro de uma matriz vítrea. As partículas tem diâmetro de 1 µm e seu conteúdo em volume aproximadamente 30%	-Coroas anteriores; -Facetas; -Inlay e Onlay.
Dissilicato de lítio	IPS e.max CAD, Ivoclar vivadent IPS e.max Press	Partículas alongadas e entrelaçadas de dissilicato de lítio (com 10 µm de comprimento e 1 µm de largura) dispersas em uma matriz vítrea. A concentração é de 60% em volume.	-Coroas anteriores e posteriores (até pré-molar); -PPF anterior; -Prótese adesiva anterior; -Laminados cerâmicos (Facetas e lentes de contato); -Inlay e Onlay.
Zircônia	Procera AllCeram VITA In-Ceram YZ IPS e.max ZirCAD	Zircônia tetragonal estabilizada por ítria (Y-TZP): múltiplos grãos de zircônia com 1 µm de diâmetro separados por substância intergranular.	-Coroa anterior e posterior; -PPF anterior; -Protese adesiva; -Abutment de implante
Alumina infiltrada por vidro	VITA In-Ceram Spinell VITA In-Ceram Alumina VITA In-Ceram Zircônia	Partículas de alumina (ou alumina-zircônia, ou espinélio) 65% em volume infiltrado por um vidro de lantânio. As partículas de alumina tem formato alongado com 12 µm de comprimento e 5 µm de largura	-Coroas anteriores e posteriores (até pré-molar); -PPF anterior; -Protese adesiva anterior; -In-ceram spinell é indicado para anterior; -coroas primárias para próteses telescópicas;
Alumina densamente sinterizada	VITA In-Ceram AL SIRONA InCores AL NOBEL BIOCARE Procera Alumina		-infraestruturas de pontes anteriores e posteriores (até três elementos).
Cerâmica Híbrida	VITA Enamic GC Cerasmart 3M ESPE Lava Ultimate	Silica, vidro, Zirconia, Bis- MEPP, UDMA, TEGDMA, Bis-GMA, Bis-EMA	-Coroas anteriores e posteriores; -Inlay e onlay; -Coroas parciais -Facetas
Blocos Resinosos	3M ESPE Paradigm™ MZIOO Ivoclar vivadent Telio CAD VITA CAD Temp	Sem fibras e sem partículas de carga inorgânica, PMMA.	-Coroas anteriores e posteriores temporárias -Pontes temporárias (até dois pânticos) -Vita CAD temp é indicado para inlays, onlays e coroas definitivas.

REFERÊNCIAS

3M COMPANY. Inc.[citado em 18 de maio 2020]. Disponível em: https://www.3m.com/3M/en_US/company-us/all-3m-products/~-/paradigm-mz100-cerec-Paradigm-MZ100-Blocks-for-CEREC-/?N=5002385+3294768953&rt=rud

ALBERO A, PASCUAL A, CAMPS I, GRAU BENITEZ M. Comparative characterization of a novel cad-cam polymer-infiltrated-ceramic-network. **Journal of Clinical and experimental Dentistry**, Oct2015;7(4):e495-500. DOI:10.4317/jced.5252.

AMOROSO, P. A. et al. Cerâmicas odontológicas: propriedades, indicações e considerações clínicas. **Revista Odontológica de Araçatuba**, Araçatuba, v.33, n.2, p. 19-25, dez. 2012.

ANUSAVICE, J. K.; SHEN, C.; RAWLS, H, R. **Phillips Materiais Dentários**. São Paulo: Saunders elservier, 2013, 580p.

Awada A, Nathanson D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. **The Journal of Prosthetic Dentistry** 2015;114(4):587-93.

Baratieri, L. Ritter, A. e Andrada, M. (1994). Estética: Normas Básicas. In: Como melhorar o desempenho das restaurações estéticas diretas?. São Paulo, Quintessence, pp. 36-53.

BARUTCIGIL K, BARUTCIGIL Ç, KUL E, ÖZARSLAN MM, BUYUKKAPLAN US. Effect of different surface treatments on bond strength of resin cement to a CAD/CAM restorative material. **Journal of Prosthodontics**. Nov2016;0(0):1-8.

BAYAZIT, N. Investigating design: A review of forty years of design research. *Design issues*, v. 20, n. 1, p. 16-29, 2004.

BEYTH N, SHARON E, LIPOVETSKY M, SMIDT A. Wear and different restorative materials-a review. **Refuat Hapeh Vehashinayim**, Jul2006;24(3):6-14.PMID:17091620.

BORGES, G. A.; SPOHR, A. M.; CALDAS, D. B.; MIRANZI, A. J. S. **Cerâmicas odontológicas restauradoras**. Porto Alegre: Artmed Panamericana; 2015. p. 9-64.

CAMARGO IF, MANETTI LP, ZECZKOWSKI M, SUNDFELD NETO D, MORI AA, FERRAIRO BM, LIMA FF. Sistemas CAD/CAM e suas aplicações na odontologia: revisão de literatura. **Revista Uningá**, 2018 [S.l.], v. 55, n. S3, p. 221-228.

COLDEA A, SWAIN MV, THIEL N. In-vitro strength degradation of dental ceramics and novel PICN material by sharp indentation. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, 2013 Oct;26:34-42.

COLDEA A, SWAIN MV, THIEL N. Mechanical properties of polymer-infiltrated-ceramic-network materials. **Dental Materials** .Apr2013 ;29(4):419-26.DOI:10.1016/j.dental.2013.01.002.

DELONG R, SASIK C, PINTADO MR, DOUGLAS WH. The wear of enamel when opposed by ceramic systems. **Dental Materials**. Jul1989;5(4):266–71. DOI:10.1016/0109-5641(89)90073-0.

Dirxen C, Blunck U, Preissner S. Clinical performance of a new biomimetic double network material. **The Open Dentistry Journal** 2013;7:118-22.

FASBINDER DJ. Materials for Chairside CAD/CAM. Restorations. **Compendium of Continuing Education in Dentistry**. Michigan, November | December 2010—Volume 31, Number 9.

FASBINDER DJ. Chairside CAD/CAM: An Overview of Restorative Material Options. **Compendium of Continuing Education in Dentistry** January 2012. Volume 33, Number 1.

GOMES EA, ASSUNÇÃO WG, ROCHA EP, SANTOS PH. Cerâmicas odontológicas o estado atual da arte. **Cerâmicas**, 2008 vol.54, n331, pp.319-325

GUAZZATO M, ALBAKRY M, RINGER SP, SWAIN MV. Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials. Part I. Pressable and alumina glass-infiltrated ceramics. **Dental Materials**, v.20, p.441-448, 2003.

EIZHAWI H, KAIZER MR, CHUGHTAI A, MORAES RR, ZHANG Y. Polymer infiltrated ceramic network structures for resistance to fatigue fracture and wear. **Dental Materials** . Nov2016;32(11):1352-61. DOI:10.1016/j.dental.2016.08.216.

FERNANDES HGK, SILVA R, MARINHO MAS, OLIVEIRA POS, RIBEIRO JCR, MOYSÉS MR. EVOLUÇÃO DA RESINA COMPOSTA: Revisão da Literatura. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 12, n. 2, p. 401-4011, ago./dez. 2014

FERRANCE JL. Resin Composite - state of the art. **Dental Materials** 27:29-39. 2011

HE, L H, SWAIN M. A novel polymer infiltrated ceramic dental material. **Dental Materials** Jun2011;27(6):527-34.

HILGERT LB, SCHWEIGER J, BEUER F, ANDRADA MAC, ARAÚJO E, EDELHOFF D . Odontologia restauradora com sistemas CAD/CAM - o estado atual da arte. Parte 3 - Materiais restauradores para sistemas CAD/CAM. Clínica - **International Journal of Brazilian Dentistry**. 6. 86-96. 2010

IVOCLAR VIVADENT. Inc.. IV. Telio CAD 2016 [citado em 18 de maio 2020]. Available from: <https://www.ivoclarvivadent.us/explore/telio-cad>

Kamonkhantikul K, Arksornnukit M, Lauvahutanon S, Takahashi H. Toothbrushing alters the surface roughness and gloss of composite resin CAD/CAM blocks. **Dental Materials Journal** 2016;35(2):225-32.

Kamonwanon P, Hirose N, Yamaguchi S, Sasaki JI, Kitagawa H, Kitagawa R et al. SiO₂-nanocomposite film coating of CAD/CAM composite resin blocks improves surface hardness and reduces susceptibility to bacterial adhesion. **Dental Materials Journal** 2017;36(1):88-94.

LUDOVICHETTI FS, TRINDADE FZ, WERNER A, KLEVERLAAN CJ, FONSECA RG. Wear resistance and abrasiveness of CAD-CAM monolithic materials. **Journal of Prosthetic Dentistry**. Aug2018;120(2):311-18. DOI:10.1016/j.prosdent.2018.05.011.

Martins LM, LORENZONI FC, FARIAS BC, LOPES LDS, BONFANTE G, RUBO JH. Comportamento biomecânico das cerâmicas odontológicas: revisão. **Cerâmica** 2010;56:148-55

MEHTA SB, BANERJI S, MILLAR BJ, SUAREZ-FEITO JM. Current concepts on the management of tooth wear: part4. An overview of the restorative techniques and dental materials commonly applied for the management of tooth wear. **British Dental Journal** .Feb 2012;212(0):169-77. DOI:10.1038/sj.bdj.2012.137.

MEZZOMO E. **Reabilitação Oral para o Clínico. 2 Ed**,1994 Rio de Janeiro: Quintessence Books.

MIN J, AROLA DD, YU D, YU P, ZHANG Q, YU H et al. Comparison of human enamel and polymer- infiltrated-ceramic-network material “Enamic” through micro- and nano-mechanical testing. **Ceramics International** 2016;42(9):10631-37

Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. **Dent Mater** 2009;28:44-56.

NGUYEN JF, RUSE D, PHAN AC, SADOON MJ. High-temperature pressure polymerized resin-infiltrated ceramic networks. **Journal of Dental Research**, Jan2014;93(1):62-7.DOI:10.1177/0022034513511972.

PARK, M. J.; SEONG, J. H.; PARK, J. E. A comparative study of gold UCLA-type and CAD/CAM titanium implant abutments. **The Journal of Advanced Prosthodontics**, Seoul, v.6, p. 46-52, Dez. 2014.

RAPOSO, L. H. A. et al. Restaurações totalmente cerâmicas: características, aplicações clínicas e longevidade. **Pro-odonto prótese e dentística**, São Paulo, v. 2, p. 1-66, 2014

SCHWEIGER J, BEUER F. Hochleistungskunststoffe für die CAD/CAM Fertigung. **Digital Dental News**. 2008 Dez;2(10):12-9

SOUZA ROA, ÖZCAN M, PAVANELLI CA, BUSO L, LOMBARDO GHL, MICHIDA SMA et al. Marginal and internal discrepancies related to margin design of ceramic crowns fabricated by a CAD/CAM system. **Journal of Prosthodontics** , Fev2012;21(2):94-100. DOI:10.1111/j.1532-849X.2011.00793.x.

STAWARCZYK B, ENDER A, TROTTMANN A, ÖZCAN M, FISCHER J, HÄMMERLE CHF. Load-bearing capacity of CAD/CAM milled polymeric three-unit fixed dental prostheses: Effect of aging regimens. **Clinical Oral Investigations** (2012) 16:1669–1677. Zurich.

STRAUMANN AG. Inc.. polycon® ae [citado em 18 de maio 2020]. Disponível em: https://www.straumann.com/content/dam/media-center/straumann/en/documents/brochure/product-information/490.387-en_low.pdf

SULAIMAN TA. Materials in digital dentistry – A review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, Mar2020 vol. 32 Ed.2 p. 171-181

SWAIN MV, COLDEA A, BILKHAIR A, GUESS PC. Interpenetrating network ceramic-resin composite dental restorative materials. **Dental Materials**, JAN 2016;32(1):34-42.

TANAKA CB, HARISHA H, BALDASSARRI M, WOLFF MS, TONG H, MEIRA JB et al. Experimental and finite element study of residual thermal stresses in veneered Y-TZP structures. **Ceramics International**, May2016;42(7):9214-21. DOI:10.1016/j.ceramint.2016.03.018.

VALANDRO LF, DELLA BONA A, BOTTINO MA, NEISSER MP. The effect of ceramic surface treatment on bonding to densely sintered alumina ceramic. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, Mar2005;93(3):253-9. DOI: 10.1016/j.prosdent.2004.12.002.

VITA ENAMIC COROAS SOBRE IMPLANTES INSTRUÇÕES DE PROCESSAMENTO edição 07.15

VITA ENAMIC INSTRUÇÕES DE PROCESSAMENTO edição 10.17

WEYHRAUCH M, IGIEL C, SCHELLER H, WEIBRICH G, LEHMANN KM. Fracture strength of monolithic all-ceramic crowns on titanium implant abutments. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants** Mar2016;31(2):304-9.

YOSHIHARA K, NAGAOKA N, MARUO Y, NISHIGAWA G, IRIE M, YOSHIDA Y et al. Sandblasting may damage the surface of composite CAD–CAM blocks. **Dental Materials** Mar2017;33(3):e124-35.

ZHI L, BORTOLOTTI T, KREJCI I. Comparative in vitro wear resistance of CAD/CAM composite resin and ceramic materials. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, Feb 2016;115(2):199-202.