

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DOM BOSCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

AMANDA OLIVEIRA MADEIRA

**RESTAURAÇÕES CERÂMICAS UTILIZANDO O SISTEMA CAD/CAM: revisão
de literatura**

São Luís

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Centro Universitário – UNDB / Biblioteca

Madeira, Amanda Oliveira

Restaurações cerâmicas utilizando sistema CAD/CAM:
revisão de literatura. / Amanda Oliveira Madeira. __ São Luís,
2022.

42 f.

Orientador: Prof. Me. Mário Gilson Nina Gomes.

Monografia (Graduação em Odontologia) - Curso de
Odontologia – Centro Universitário Unidade de Ensino Superior
Dom Bosco – UNDB, 2022.

1. Restauração dentária. 2. Odontologia. 3. Prótese –
Cerâmica. I. Título.

CDU 616.314-084.844

AMANDA OLIVEIRA MADEIRA

RESTAURAÇÕES CERÂMICAS UTILIZANDO O SISTEMA CAD/CAM:
revisão de literatura

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Odontologia do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Odontologia.

Orientador: Prof. Me. Mário Gilson Nina Gomes

São Luís

2022

AMANDA OLIVEIRA MADEIRA

RESTAURAÇÕES CERÂMICAS UTILIZANDO O SISTEMA CAD/CAM:
revisão de
literatura

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Odontologia do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Odontologia.

Aprovada em: 07/12/2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Mário Gilson Nina Gomes (Orientador)

Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (UNDB)

Profa. Me. Marcela Mayana Pereira Franco

Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (UNDB)

Profa. Me. Tatiana Hassin Rodrigues Costa

Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (UNDB)

Dedico aos meus pais e a Deus

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por tudo que realizou em minha vida, me conceder benção e proteção todos os dias, por me permitir ótimas oportunidades, eu sou e serei eternamente grata.

Ao meu pai, Robson Madeira, pelo esforço diário para que eu pudesse conseguir conquistar todos os meus sonhos, sou e serei eternamente grata por seu amor infinito. Agradeço a minha mãe, Hildeane Madeira, por sempre me apoiar e me dar suporte quando necessitei, por sempre segurar minha mão me dando forças para enfrentar esse ciclo e por sempre acreditar que eu conseguia.

Agradeço a minha irmã, Maria Madeira, por sempre ter ficado ao meu lado, mesmo em seus momentos mais difíceis, por sempre me apoiar.

Agradeço aos meus amigos, pois cada um deles fez com que essa trajetória fosse um pouco mais fácil, em especial a Juliana, minha dupla, que esteve comigo durante esses anos. Agradeço aos meus eternos amigos, Marianne, João, Moema, Geisys, Myrlla, Luiza, Carol, Daniel, Brenda. Compartilhamos essa grande paixão juntos e tivemos momentos felizes, sempre levarei cada um no coração.

Agradeço aos professores da UNDB pelos ensinamentos e aprendizado, em especial ao meu orientador Mário Gilson pela atenção e suporte durante todo esse tempo. Agradeço as professoras Marcela e Denise, por terem despertado o carinho pela prótese fixa e por sempre serem gentis. Agradeço a professora Érica Valois, por sempre ser gentil e atenciosa em todos os momentos. Vocês sempre serão exemplos de profissionais para mim, e que mesmo sem saber, despertam o melhor nos seus alunos.

RESUMO

As melhorias nas características estéticas e mecânicas dos materiais cerâmicos odontológicos, associada à evolução dos procedimentos de adesão à estrutura dental fundamentada por pesquisas científicas, têm proporcionado mudanças significativas na odontologia restauradora. O desenho virtual de uma restauração dentária indireta através de softwares no computador e da sua transformação real através da fresagem de blocos cerâmicos é o princípio da tecnologia denominada CAD/CAM. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura sobre restaurações cerâmicas confeccionadas através do sistema CAD-CAM. Artigos científicos em língua inglesa e portuguesa a partir do ano 2004, foram pesquisados nas bases de dados do *Scientific Electronic Library Online* (Scielo), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e PUBMED, sendo incluídos artigos de revisão de literatura, estudos clínicos e estudos laboratoriais. O melhoramento dos softwares, dos scanners e das frezadoras, como também o surgimento de novos materiais cerâmicos, vem possibilitando a construção de vários tipos de restaurações indiretas, conseguindo resultados satisfatórios de resistência à fratura, adaptação marginal e estética. Esta nova tecnologia vem sendo gradativamente utilizada, não somente simplificando, mas também, acelerando todo o processo de produção para a aquisição das restaurações indiretas cerâmicas.

Palavras-chave: Odontologia. Prótese. Cerâmica.

ABSTRACT

Improvements in the aesthetic and mechanical characteristics of dental ceramic materials, associated with the evolution of procedures for adhesion to the dental structure based on scientific research, have provided significant changes in restorative dentistry. The virtual design of an indirect dental restoration through computer software and its real transformation through the milling of ceramic blocks is the principle of the technology called CAD/CAM. The objective of this work was to carry out a literature review on indirect ceramic restorations made using the CAD-CAM system. Scientific articles in English and Portuguese from 2004 onwards were searched in the Scientific Electronic Library Online (SciELO), Latin American and Caribbean Literature in Health Sciences (LILACS) and PUBMED databases, including review articles literature, clinical studies and laboratory studies. The improvement of software, scanners and milling machines, as well as the emergence of new ceramic materials, has enabled the construction of various types of indirect restorations, achieving satisfactory results in terms of fracture resistance, marginal adaptation and aesthetics. This new technology has been gradually used, not only simplifying, but also accelerating the entire production process for the acquisition of indirect ceramic restorations.

Keywords: Dentistry. Prosthesis. ceramics.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. METODOLOGIA.....	12
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3.1 A tecnologia CAD/CAM.....	13
3.2 Bloco cerâmico do CAD/CAM	14
3.3 Etapas de produção da restauração	17
3.3.1 Digitalização do preparo dentário.....	18
3.3.2 Desenho virtual da restauração	20
3.3.3 Fresagem dos blocos cerâmicos.....	21
4. CONCLUSÃO.....	23
REFERÊNCIA.....	24
APÊNDICE A.....	27

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas cerâmicos estão em constante evolução, buscando atender às necessidades estética e funcionalidade na reabilitação oral, nisso os melhores sistemas apresentam maior resistência à tração e flexão, maior tenacidade, maior translucidez. Por isso, o dentista utiliza cada material a depender da necessidade clínica e organismo de cada paciente (PEDROCHE, 2016).

As cerâmicas dentais podem ser classificadas, de acordo com a composição e fases moleculares em: cerâmicas vítreas feldspáticas, reforçada por leucita, hidroxiapatita; cerâmicas policristalinas à base de alumina ou zircônia; e mais recentemente, as cerâmicas contendo também polímeros. A usinagem ou fresagem das cerâmicas é uma configuração de aquisição da restauração, usando blocos cerâmicos produzidos industrialmente na forma não sintetizado, parcialmente sintetizado ou completamente sintetizado. É igualmente conhecida como método CAD/CAM (Computer Aided Design e Computer Aided Manufacturing) projeto e fabricação assessorada por computador (SOUZA *et al.*, 2017).

A cerâmica odontológica, é apreciada por ser um material de aparência análoga ao dente natural, devido suas propriedades ópticas e estabilidade química no meio oral. Estas e outras qualidades, como excelente estética e dureza, levaram ao rápido desenvolvimento deste material com o objetivo básico de tentar atender o crescente aumento da exigência indicada pela sociedade contemporânea (PALLA *et al.*, 2017).

A demora dos métodos tradicionais laboratoriais de confecção e realização de moldagem e modelos tradicionais de gesso são um problema mencionado na literatura, além de um conhecimento maior do profissional em realizar cada etapa dessa, tendo em vista que essa fabricação manual pode implicar em uma maior chance de erros e necessidade de tempo (NUNES *et al.*, 2017).

Alves *et al.* (2017) descreve que a tecnologia tem tido um amplo desenvolvimento no que diz respeito à leitura óptica dos preparos dentários e digitalização a laser nos programas de desenho virtual, nos materiais como, alumina, zircônia e o titânio. A tecnologia CAD/CAM apresenta uma grande

revolução sendo uma extensão da odontologia, com uma busca cada vez mais expressiva para o tratamento de pacientes com restaurações fixas.

O sistema CAD/CAM é composto fundamentalmente de três elementos tais como: um escâner de digitalização que consegue a leitura virtual de um preparo, impressão ou modelo, de software CAD que admite o desenho da futura restauração em computador, e uma unidade CAM, responsável pelo corte da cerâmica e confecção da restauração ou infraestrutura. Todas estas fases podem intervir particularmente ou em conjunto com a precisão de adaptação das restaurações indiretas (PEDROCHE, 2016). O sistema permite ao profissional confeccionar restaurações em uma única sessão, caracterizando-se pelo fácil manuseio e velocidade na obtenção das restaurações, sendo recomendado por dentistas de todo o mundo por sua facilidade e por ser possível trabalhar com diferentes materiais (NUNES *et al.*, 2017).

O objetivo desse trabalho foi abordar sobre a confecção de restaurações cerâmicas utilizando o sistema CAD-CAM, as etapas e os materiais cerâmicos utilizados no processo de fabricação.

2 METODOLOGIA

A pesquisa é tipo descritiva, qualitativa e foi realizada através de uma revisão de literatura narrativa. Os seguintes descritores serão utilizados: Sistema CAD-CAM. Prótese Dentária. Impressão Tridimensional.

Foi realizada através de busca eletrônica de periódicos publicados nas bases de dados do *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e PUBMED (faixa temporal de 2004 a 2019).

Ao que diz respeito coleta de dados foi realizada a partir de literatura criteriosa dos artigos, teses e dissertações encontradas nas bases de dados, sendo escolhida exclusivamente a literatura que atendia aos critérios de inclusão definidos neste estudo, tais como: a faixa temporal de 2004 a 2019, tema, objetivos e as palavras-chave.

De posse das informações obtidas, foi realizada a leitura dos artigos destacando o que foi relevante para o estudo. Foram incluídas na pesquisa, literaturas publicadas e disponíveis em texto completo. Foram excluídos da pesquisa estudos de caso e os que não estejam alinhados ao tema, aos objetivos e aos descritores.

Após a seleção desses artigos e produções foram elencadas em uma tabela onde serão destacados: autor, ano, periódicos, objetivos, metodologia e resultados.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A tecnologia CAD/CAM

A evolução dos sistemas informatizados para a produção de produtos odontológicos restaurações associadas ao desenvolvimento de novas microestruturas para materiais cerâmicos causou uma mudança importante no fluxo de trabalho clínico para dentistas e técnicos, bem como nas opções de tratamento oferecidas aos pacientes (JAIN *et al.*, 2016).

O sistema CAD/CAM tem recomendações distintas, visto a sua funcionalidade e estética cada vez mais aperfeiçoadas. As reabilitações livres de metal têm um espaço cada vez maior no mercado e o sistema CAD/CAM apresenta infraestruturas constituídas de cerâmicas reforçadas, que tem qualidades mecânicas relevantes, permitindo a confecção de coroas unitárias ou prótese fixa, tanto anterior quanto posterior (BERNARDES *et al.*, 2012).

Correia *et al.* (2016) afirma que a tecnologia tem sido aproveitada na odontologia notadamente na fabricação de próteses fixa como, por exemplo, coroas, pontes e facetas, a partir de blocos de cerâmica, posteriormente a digitalização e desenho, no software CAD.

Sendo assim, o sistema CAM irá produzir, por meio de uma fresadora e da impressão digital em 3D sobre diferentes materiais, a reabilitação desejada. Pode-se optar por blocos de cerâmica feldspática, zircônia, dissilicato de lítio, titânio, cromo cobalto e resinas para próteses provisórias, dependendo da estrutura a ser fresada e seu objetivo. Conseqüentemente, o sistema CAD/CAM interliga scanner, software e fresadora para os desígnios finais de reabilitação (FUZO e DINATO, 2013).

Entre as vantagens da utilização desses métodos de produção, é a redução da grande dependência manual na fabricação das restaurações protéticas, diminuição dos custos, agilidade na fabricação da peça corrigindo inesperados erros, trazendo assim uma maior comodidade ao paciente (LIU., 2005). Entretanto, este método apresenta também algumas desvantagens, pois exigem uma impressão digital do preparo dentário, que também é passível de erros, tendo em vista uma desqualificação técnica do profissional ao manusear o sistema (TINSCHERT *et al.*, 2004)

Uma das mudanças mais importantes nesse cenário foi a introdução de restaurações monolíticas produzidas a partir de cerâmica, como zircônia.

Este conceito em si não é novo, pois a cerâmica tem sido usada por um tempo relativamente longo para a produção de restaurações monolíticas, mas foi somente quando a zircônia começou a ser usada para produzir coroas de contorno total que dentistas e técnicos tornaram-se mais confiáveis para indicar um material cerâmico para coroas e pontes em região posterior (JAIN *et al.*, 2016).

De fato, ao oferecer próteses monolíticas, os clínicos são capazes de superar um dos principais problemas associados a restaurações multicamadas, que é a fratura da camada de revestimento de baixa resistência, geralmente feita de uma cerâmica dental feldspática. No entanto, quando usado uma restauração monolítica de zircônia, outros problemas podem surgir e precisam ser resolvidos, como desgaste da dentição antagonista e as características estéticas da dentição natural (SOUZA *et al.*, 2017).

Devido a problemas de fratura do revestimento em camadas, foi proposto novas técnicas e materiais com propósito de melhorar a qualidade final do material de revestimento. Injeção de porcelana sobre a estrutura de zircônia é um exemplo de um novo método de processamento que elimina a porosidade dentro da camada de revestimento e, portanto, melhora sua confiabilidade mecânica (SOUZA *et al.*, 2017).

A técnica CAD-on envolve a produção de uma camada de revestimento mais forte com base em vitrocerâmica de dissilicato de lítio sintetizada na estrutura de zircônia usando uma solda de vidro de fusão, e a camada rápida usa CAD-CAM (computer-aided design e fabricação assistida por computador) para fresar a camada de revestimento que depois é cimentada na estrutura de zircônia (PALLA *et al.*, 2017).

3.2 Blocos cerâmicos para CAD/CAM

Esses métodos de processamentos são relativamente novos e ainda precisam de mais ensaios clínicos para comprovar sua eficácia em relação às rotas de processamento tradicionais. Novas microestruturas também foram desenvolvidas pela indústria para oferecer produtos cerâmicos e compósitos com propriedades otimizadas, ou seja, boa resistência mecânica, comportamento de

desgaste adequado e características estéticas (JAIN *et al.*, 2016).

Exemplo dessas microestruturas são as vitrocerâmicas de Silicato de lítio reforçado com zircônia, e de uma cerâmica infiltrada com polímero. Este último utiliza uma inovadora técnica de processamento em que um bloco cerâmico poroso é infiltrado com um polímero à base de UDMA, ao contrário das resinas compostas tradicionais produzidas por meio de adição de cargas cerâmicas a uma matriz polimérica (SOUZA *et al.*, 2017).

Blocos de cerâmica vítreas estão disponíveis para fresagem, bem como cerâmicas policristalinas tais como alumina, zircônia e de alumina-zircônia, podendo assim serem fabricadas automaticamente sem qualquer trabalho manual sensível. Coroas cerâmicas fabricadas pela tecnologia CAD-CAM são de fácil manipulação, com excelente capacidade de ajuste, estética e durabilidade clínica quando cimentadas com cimentos resinosos, além de rápida fabricação. Processamento de cerâmicas nestas condições, resultam de diminuição de bolhas, fendas e trincas em comparação com o processamento convencional (Miyazaki e Hotta, 2011).

Atualmente, a produção de restaurações livres de metal usando infraestruturas de cerâmica policristalina (por exemplo, Y-TZP) depende do uso dos sistemas CAD-CAM. A introdução de sistemas de fresagem para a produção de restaurações que permitiram o uso em restaurações protéticas com maior confiabilidade, uma vez que a única técnica disponível no passado era o slip-casting, que resultou em um maior número de defeitos e rachaduras na microestrutura das restaurações finais (PALLA *et al.*, 2017).

A cerâmica de feldspato, representada pelo material mais estudado na literatura, o Vitabloc MKII (Vita), apresentou resultados expressivos. No estudo, as restaurações indiretas feitas em CAD/CAM apresentaram os melhores resultados em termos de materiais estéticos, superados apenas pelas restaurações de ouro. Uma característica importante do material cerâmico de feldspato disponível é que ele é fácil de polir, pode ser usado mesmo sem esmalte e reduz o desgaste da estrutura do dente oposto. Várias opções de cores e até mesmo níveis de translucidez aumentam o potencial estético desses materiais (NUNES *et al.*, 2017).

A vitrocerâmica reforçada com leucita busca acompanhar o sucesso comercial da Empress Materials, uma cerâmica injetável adequada para a

confeção de restaurações anatômicas unitárias. Os cristais de leucita que se formam na estrutura vítrea desta cerâmica aumentam sua resistência (NUNES *et al.*, 2017).

A versão processada em CAD/CAM (e.max CAD) é fornecida na fase de pré-cristalização (bloco azul), após a qual deve ser processado, cristalizado em forno para desenvolver sua cor final e resistência. Os blocos cerâmicos e.max CAD anteriormente disponíveis (e.max CAD LT) para confecção de restaurações anatômicas possuem baixa translucidez, o que pode afetar a estética da restauração. A introdução de um novo bloco vitrocerâmico (e.max CAD HT) baseado em cristais de dissilicato de lítio de alta transparência pode estender sua aplicação a situações com maiores expectativas estéticas. No entanto, são necessárias mais pesquisas sobre o comportamento dessas cerâmicas em relação à abrasividade causada pelos dentes opostos (NUNES *et al.*, 2017).

Nesse sentido, a introdução de novos materiais cerâmicos, possibilitada pelo desenvolvimento da tecnologia CAD/CAM, abriu inúmeras opções para os profissionais da odontologia, que passaram a contar com materiais de alta resistência e níveis de transmissão de luz (Translúcido) compatível com boa estética. Encontrar o equilíbrio ideal entre a resistência necessária e a translucidez da material base em cada caso é um dos desafios para o sucesso das restaurações de cerâmica pura (FILGUEIRAS *et al.*, 2018).

Para usinagem com tecnologia CAD/CAM, o bloco de material de restauração é fornecido em estado pré-cristalizado (ex.maxCAD, Ivoclar Vivadent), que deve ser levado ao forno após a usinagem para completar a cristalização. O processo de cristalização melhora as propriedades mecânicas do material e transforma sua cor de azul para a cor escolhida na paleta de cores Vita Classical (FILGUEIRAS *et al.*, 2018).

A infraestrutura cerâmica de alumina infiltrada de vidro de lantânio forma a gama de materiais da Vita, que inclui InCeram Spinell, InCeram Alumina e InCeram Zirconia. Os três materiais podem ser processados por métodos convencionais, em técnica conhecida como slip casting, por deposição eletroforética (sistema CeHa White ECS, C. Hafner, Alemanha) ou por processamento de blocos com pré-infiltração de vidro por sistemas CAD. /CAM. Os blocos são processados em estado poroso e, após o processamento, recebem a aplicação de vidro de lantânio e são levados a uma estufa onde ocorre a

infiltração, conferindo-lhes as propriedades físico-mecânicas desejadas. O uso da tecnologia CAD/CAM tem a vantagem de facilitar o controle de espessura e reduzir significativamente o tempo de produção em relação às técnicas convencionais (FILGUEIRAS *et al.*, 2018).

3.3 Etapas de produção da restauração

O sistema é constituído por três etapas na qual todas devem ser executadas corretamente para o sucesso da restauração. Essas etapas são: a digitalização, que é obtenção da imagem do preparo em boca ou em modelo de gesso utilizando-se um scanner a laser ou uma microcâmera ligada ao software do sistema, que pedem a imagem das faces vestibular (com o contato com os dentes antagonistas), lingual ou palatina e oclusal. Em seguida, a imagem é processada pelo CAD e então realiza-se a concepção da restauração, que é um projeto da restauração simulada no computador (FILGUEIRAS *et al.*, 2018).

A restauração obtida é maquiada. Esse processo visa melhorar a estética da restauração a partir de processo de vitrificação e glazeamento da peça. Após a aplicação da cor sobre a peça fresada, estas são colocadas no forno e sua temperatura aumenta de forma gradativa. Esse processo é chamado de sinterização ou cristalização dependendo do tipo de material cerâmico utilizado (FILGUEIRAS *et al.*, 2018).

Devido a sua tecnologia, possibilita a redução do tempo de confecção de restaurações com cerâmicas, até mesmo aquelas com alta resistência, que não era possível fazer sua manipulação através de algum outro processamento tradicional, sendo possível que a restauração seja confeccionada em sessão única. Outro benefício é a utilização de blocos pré-fabricados, que são mais homogêneos proporcionando falhas internas mínimas na restauração (URBANESKI, 2012).

As restaurações cerâmicas possuem efeitos estéticos altamente favoráveis, pois suas propriedades não permitem que haja instabilidade da cor com o tempo, além de sua lisura superficial fazer com que se obtenha uma boa resposta biológica deixando o tecido da margem subgingival livre de acúmulo de placa (GUIMARÃES, 2012).

3.3.1 Digitalização do preparo dentário

A primeira etapa na produção da restauração pelo processo é o escaneamento para a obtenção de estruturas tridimensionais, podendo ser feitas através de processo intraoral ou escaneamento de bancada. Quando usado o scanner intraoral, a imagem é produzida diretamente do meio bucal, sem precisar realizar a etapa tradicional de moldagem, eliminando assim possíveis distorções dos materiais utilizados e com isso ganhando tempo clínico. Já no escaneamento de bancada, a imagem digital do preparo dentário é obtida pelo escaneamento do modelo de gesso no laboratório (FILGUEIRAS *et al.*, 2018). Entretanto, esta etapa do processo digitalização intraoral do preparo dentário, também conhecida como “moldagem virtual”, pode apresentar erros, caso o profissional não seja bem capacitado para manusear o scanner (TINSCHERT *et al.*, 2004).

Deste modo o sistema veio evoluindo e já possui mais de 50 anos de desenvolvimento. Recebendo cada vez mais lugar no domínio odontológico, sendo que essa forma de tratamento vem sendo praticada em diversos consultórios, sendo registrado nos Estados Unidos o número de 2.5000 dentistas que fazem seu uso, 30 faculdades e uma fabricação de mais 20 milhões de restaurações (PÉREZ; VARGAS, 2010).

Diversas empresas têm desenvolvido diferentes sistemas CAD/CAM de alta tecnologia, porém todos esses sistemas são controlados por computador e consistem em três fases: digitalização, design e usinagem (JAIN *et al.*, 2016).

Existem dois tipos de sistemas que são dispostos de acordo com a disponibilidade de ceder os arquivos que contêm os dados realizados pelo escaneamento: sistemas fechados e sistemas abertos. O benefício de um sistema aberto é a probabilidade de poder indicar o sistema CAM mais certo aos desígnios, uma vez que é admissível comunicar o arquivo CAD para outro computador. Os sistemas CAD-CAM fechados apresentam todo o sistema de produção (CORREIA *et al.*, 2006).

Vale mencionar que também depende muito do que será usado, no caso o sistema, isso porque têm dois tipos de scanner: o mecânico e o óptico. No scanner óptico se obtém os dados tridimensionais a partir de um processo chamado triangulação ativa, procedimento pelo qual o sensor do scanner captura a informação.

É gerada uma luz no alvo que se deseja digitalizar, essa luz é projetada para que o sensor do scanner obtenha a informação dependendo do ângulo de projeção e do padrão de sombra que se forma (URBANESKI, 2012).

O receptor do scanner registra a mudança das linhas geradas e o computador calcula a profundidade correspondente. A escala de profundidade neste procedimento depende do ângulo de triangulação. Portanto, o computador pode calcular os dados tridimensionais da imagem obtida do receptor. As fontes de iluminação podem ser: projeção de luz branca ou laser, dependendo do sistema. O scanner mecânico emprega a impressão convencional de preparações dentárias, onde um modelo mestre é lido por um sensor ou bola de safira que usa diâmetros diferentes de acordo com o caso (SULTAN, 2013).

O apontamento da superfície de gesso com este procedimento pode ser de certa forma afetado pela geometria do objeto, anormalidades e tamanho do sensor. No entanto, o exemplo de preparação dentária é percorrido mecanicamente e lido linha a linha pela safira, que passa pela composição a cada 200 µm em cada ângulo de rotação (GUIMARÃES, 2012).

Esses sistemas têm sido usados na Odontologia por quase 30 anos, e durante esse período diferentes máquinas foram lançadas, pois esses sistemas estão constantemente evoluindo e produzindo restaurações com adaptação muito melhor. Além disso, a evolução do sistema CAD-CAM permitiu seu uso para produzir restaurações com outros materiais, como facetas cerâmicas, resinas compostas e ligas metálicas (PALLA *et al.*, 2017).

Dessa forma, as novas tecnologias possibilitaram à obtenção de modelo virtual que reproduza em uma tela de computador o preparo da restauração feito na boca do paciente, que pode ser feito por duas técnicas: moldagens ópticas (usando um scanner intraoral) ou moldagens tradicionais, moldes de gesso e digitalização do modelo (PALLA *et al.*, 2017).

A impressão óptica tem a grande vantagem de não utilizar moldagem de elastômero. Após a conclusão da preparação, um scanner intraoral (câmera) é colocado sobre a área de interesse na prótese e várias imagens são tiradas para fornecer ao software as informações necessárias para criar um modelo virtual. Apesar dos avanços impressionantes na tecnologia e nos dispositivos ópticos de impressão, ainda há limitações para seu uso, principalmente no contexto da margem subgengival (NUNES *et al.*, 2017).

Uma das vantagens da moldagem digital, é a possibilidade de imediatamente após realiza-la, o dentista poder visualizar o preparo no monitor do computador, podendo ampliar a imagem e identificar erros na geometria do preparo, podendo assim, corrigir no mesmo momento e realizar novo escaneamento (FASBINDER, 2010).

É possível observar os pontos de contato interproximal, pontos de contato oclusal e adaptação marginal da peça a ser fresada, possibilitando ao operador realizar modificações na peça antes mesmo de ser fresada/usinada. Para posteriormente ser escolhido o bloco cerâmico que será utilizado para confecção da restauração indireta, o computador mostrará como o modelo de restauração simulada ficará dentro do bloco escolhido pelo operador (FILGUEIRAS *et al.*, 2018).

3.3.2 Desenho virtual da restauração

Uma vez obtida a imagem através do escaneamento, essa é armazenada no sistema e a preparação dentária tridimensional é introduzida em um programa específico para o seu *design*, onde o operador pode desenhar de forma virtual a restauração final. O programa sugere as restaurações a partir de um banco de dados de variadas anatomias de dentes, ou de imagens obtidas antes do preparo dentário pelo escaneamento da superfície oclusal dos dentes ou pela impressão óptica de um enceramento (FARIAS *et al.*, 2018).

Um software específico para o planejamento virtual da restauração, é fornecido por cada fabricante, com suas respectivas bibliotecas virtuais (FILGUEIRAS *et al.*, 2018). Entre os requisitos do software para o planejamento da restauração, estão a facilidade de uso e sua capacidade de produzir o que é necessário. Assim, programas voltados para utilização em consultório na produção de inlays, onlays devem produzir rápidas restaurações. Já *softwares* para laboratórios ou centros de produção, precisam apresentar mais possibilidades restauradoras (HILGERT *et al.*, 2009).

O software permite marcar as margens, projetar digitalmente propostas de enceramento virtual da restauração, ajustar contatos oclusais e calibrar as áreas de contato proximais. Logo após, é confeccionada a restauração indireta utilizando-se os parâmetros estabelecidos pelo sistema conforme a definição anatômica da

peça (LIU; ESSIG, 2008).

O *software* também contém informações sobre os materiais que podem ser usados para a confecção das peças. Com isso, é possível verificar se a restauração planejada apresenta problemas, como espessura inadequada do material, permitindo então que correções no preparo sejam realizadas antes que a peça seja produzida. A contração que o material restaurador cerâmico sofre durante a sinterização, também é considerada pelo *software*, que prepara a peça com maiores dimensões para compensá-la (PETTER, 2013).

Ao que diz respeito ao acréscimo da demanda por restaurações mais estéticas, novos materiais cerâmicos têm sido de modo recente colocada, desde que esses se revelaram agressivos aos processamentos convencionais. Novas e sofisticadas tecnologias de processamento e sistemas foram adentradas na odontologia, a exemplo do sistema, permitindo-se o emprego de materiais muito resistentes, como a zircônia que, quanto à fabricação manual, é bastante limitada. Presentemente, a zircônia é a cerâmica mais resistente disponível para utilização em Odontologia (BODERREAL *et al.*, 2013).

3.3.3 Fresagem do bloco cerâmico

A usinagem ou Fresagem dos blocos cerâmicos, pode ser classificada como: industrial, laboratorial e clínica. O clínico, refere-se aos métodos que permitem que os três passos de produção (digitalização, planejamento e usinagem) seja executada no próprio consultório (técnica “*chairside*”), sem precisar, portanto, enviar para o laboratório. No processo industrial, a usinagem da peça é realizada em grandes centros de produção. No laboratorial, as informações são enviadas ao laboratório de prótese, que será o responsável por planejar e na usinagem a peça (PETTER, 2013).

0As restaurações *chairside* são obtidas de blocos de material restaurador monocromáticos ou que possuem uma certa variação de saturação e translucidez, apresentando boa capacidade de serem polidas. Para dentes posteriores a estética pode ficar aceitável para muitos pacientes. Porém, em restaurações nas anteriores que exigem muita estética, necessita de caracterização com pigmentos e glazeamento complementar em forno específico, o que aumenta o tempo para obtenção da restauração final (HILGERT *et al.*, 2019).

Com o desenvolvimento de novos materiais restauradores com alta resistência e qualidades estéticas, tais como a zircônia, técnicas de laboratório têm sido desenvolvidas nas quais modelos mestres obtidos através de moldagens com materiais elásticos são digitalmente escaneados para criar modelos (prototipagens), sobre os quais as restaurações são realizadas (URBANESKI, 2012).

Depois de selecionado o material, os blocos pré-fabricados são, então, submetidos a um processamento, usando métodos de subtração (que removem material de um bloco de partida para obter a forma desejada) ou usando métodos aditivos usados na prototipagem rápida. Nos métodos aditivos o processamento tira as informações de um arquivo CAD que é então convertido em um arquivo de estereolitografia (STL) (JAIN *et al.*, 2016).

O desenho feito neste processo é aproximado por triângulos e fatias que fornecem a informação de cada camada que será impressa. A maioria dos procedimentos de usinagem é subtrativa, ou também chamados de usinagem, tais como fresagem, torneamento ou perfuração, usa com cuidado agitações delineadas do instrumento para cortar material de uma peça de trabalho para formar o objeto desejado. A restauração final é iniciada de um bloco pré-formatado de material restaurador em uma câmara de moagem (SULTAN, 2013).

Sendo assim, os tipos de material cerâmico utilizados nesse método de processamento são as cerâmicas feldspáticas, cerâmicas reforçadas por leucita, cerâmica reforçada por dissilicato de lítio, cerâmica reforçada por alumina e cerâmica reforçada por zircônia. Esse sistema é uma ótima alternativa para os cirurgiões- dentistas e técnicos de laboratórios de prótese, pois os métodos tradicionais de processamento são considerados mais demorados (URBANESKI, 2012).

4 CONCLUSÃO

O melhoramento dos softwares, dos scanners e das fresadoras, como também o surgimento de novos materiais cerâmicos, vem possibilitando a construção de vários tipos de restaurações indiretas, próteses fixas, coroas, facetas, conseguindo resultados satisfatórios de resistência à fratura, adaptação marginal e estética. Esta nova tecnologia vem sendo gradativamente utilizada, não somente simplificando, mas também, acelerando todo o processo de produção para a aquisição das restaurações cerâmicas.

REFERÊNCIAS

ALVES, V. et al. Vantagens x desvantagens do sistema CAD/CAM. **Brazilian Journal of Surgery and clinical Research**, v. 18, n. 1, p. 106-109, março-maio, 2017.

BERNARDES, S. R. et al. Tecnologia CAD/CAM aplicada a prótese dentária e sobre implantes: o que é, como funciona, vantagens e limitações. **Jornal ILAPEO**, v. 6, n. 1, p. 8-13, janeiro-fevereiro-março, 2012.

BODERREAL, E. F.; BESSONE, L.; CABANILLAS, G. Aesthetic All-ceramic Restorations: CAD-CAM System. **International Journal of Odontostomatology**, Córdoba, v.7, n.1, p.139-147, jan. 2013.

CORREIA, A. et al. Sistema CAD-CAM em medicina dentária: integração com métodos de análise de tensões. **Revista da Associação Portuguesa de Análise Experimental de Tensões-Mecânica Experimental**, Lisboa, v.20, p.131-134, 2012.

CORREIA, A. R. M. et al. CAD/CAM: a informática da prótese fixa. **Revista odontológica da UNESP**, 2016. p. 183-89.

FARIAS IA; LIMA RR; ANDRADE AO; LUNA AVL; VASCONCELOS MG; VASCONCELOS RG. Sistema cad/cam: a tecnologia na confecção de próteses. **Salusvita,Bauruv**.37, n.4, p.963-983,2018.

FASBINDER DJ. Digital dentistry: innovation for restorative treatment. Compendium of **continuing education in dentistry**. Volume 31. Numero 4. Pg 1-11, 2010

FILGUEIRAS ; PINTO DG; FERRAREZ LL; OLIVEIRA MF; FREITAS TAC; SOTO-MAIOR BS. **Aplicabilidade clinica dos avançosda tecnologia cad cam em odontologia**. HU Revista, 2018, vol 44, número 1, pg. 29-34.

FUZO, A.; DINATO, J. C. **CAD/CAM: uma visão atual**. 2013.

GOMES, E. A. et al. **Cerâmicas odontológicas: o estado atual**. Cerâmica. 2008, p. 319-325.

GUIMARÃES, M. M. **Tecnologia CEREC na Odontologia**. 2012. 127 f. Monografia (Especialização em Dentística) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

HILGERT L; BEUER F; SHEWEISER F; ARAÚJO E. **Odontologia restauradora com sistema CAD/CAM: o estado atual da arte.Parte 1-princípios da utilização**. International Journal of Brazilian Dentistry. V.5, n.3, p.294-303. 2009.

HILGERT L; BEUER F; SHEWEISER F; ARAÚJO E. **Odontologia restauradora com sistema CAD/CAM: o estado atual da arte. Parte 1- possibilidades restauradoras e sistemas cad/cam.** International Journal of Brazilian Dentistry. V.5, n.4, p.424-435. 2009.

JAIN, R. et al. **CAD-CAM the future of digital dentistry: a review.** *Annals of Prosthodontics & Restorative Dentistry*, New Delhi, v.2, n.2, p.33-36, jun. 2016.

LIU PR. **A panorama of dental CAD/CAM restorative systems.** *Compendium*. 2005; 169-84.

Liu PR, Essig ME. **Panorama of dental CAD/CAM restorative systems.** *Compendium of continuing education in dentistry* 2008; 29 (8):482-488.

MIYAZAKI, T; HOTTA, Y. CAD/CAM systems available for the fabrication of crown and bridge restorations. **Australian Dental Journal**, 2011. p. 97-106.

MOURA, R. B. B.; SANTOS, T. C. Sistemas cerâmicos metal free: tecnologia CAD/CAM. **Revista Interdisciplinar**, v. 8, n. 1, p. 220-226, janeiro-fevereiro-março, 2015.

NUNES, M. A. R. et.al. **Evolução das Restaurações em cerâmica - da prótese metalocerâmica a prótese metal free em zircônia.** 2017.

PALLA, E. S.; KONTONASAKI, E.; KANTIRANIS, N.; PAPADOPOULOU, L.; ZORBA, T.; PARASKEVOPOULOS, K. M.; KOIDIS, P. Color stability of lithium disilicate ceramics after aging and immersion in common beverages. *The International Journal of Prosthodontics*, p. 1- 10, 2017.

PEDROCHE, L. O. et al. Marginal and internal fit of zirconia copings obtained using different digital scanning methods. *Revista Brazilian Oral Research*, 2016. p. 1-7.

PÉREZ, C. C.; VARGAS, J. A. D. Cerámicas y sistemas para restauraciones CAD- CAM: una revisión. **Revista De La Facultad De Odontologia Universidad De Antioquia**, Antioquia, v.22, n.1, p. 88-108, dez. 2010.

Petter O. *Tecnologia CAD/CAM [monografia]*. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina; 2013.

SOUZA, G. M.; ZYKUSA, A.; GHANAVYEHA R. R.; LAWRENCEB. S. K.; BAHREB, D. F. Effect of accelerated aging on dental zirconia-based materials. **Journal of the mechanical behavior of biomedic materials**, v. 55, p. 256 – 263, 2017.

SULTAN, D. Evaluation of CAD/CAM generated ceramic post & core. 2013. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Odontológicas), **University of Pittsburgh School of Dental Medicine**, Pittsburgh, 2016.

TINSCHERT J, NATT G, HASSENPFLUG S, SPIEKERMANN H. **Status of current CAD/CAM technology in dental medicine.** Int J Comput Dent. 2004;7(1):25-45

URBANESKI, P. **Sistema CAD-CAM: uma realidade na odontologia.**2012. 36 f. Monografia (Graduação em Odontologia) – Faculdade de Ciências Biológicas, Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, 2012.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Artigo científico

RESTAURAÇÕES CERÂMICAS UTILIZANDO O SISTEMA CAD/CAM:
revisão de literatura**CERAMIC RESTORATION USING THE CAD/CAM SYSTEM:** literature reviewAmanda Oliveira Madeira¹
Mário Gilson Nina Gomes²**RESUMO**

As melhorias nas características estéticas e mecânicas dos materiais cerâmicos odontológicos, associada à evolução dos procedimentos de adesão à estrutura dental fundamentada por pesquisas científicas, têm proporcionado mudanças significativas na odontologia restauradora. O desenho virtual de uma restauração dentária indireta através de softwares no computador e da sua transformação real através da fresagem de blocos cerâmicos é o princípio da tecnologia denominada CAD/CAM. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura sobre restaurações indiretas cerâmicas confeccionadas através do sistema CAD-CAM. Artigos científicos em língua inglesa e portuguesa a partir do ano 2004, foram pesquisados nas bases de dados do *Scientific Electronic Library Online* (Scielo), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e PUBMED, sendo incluídos artigos de revisão de literatura, estudos clínicos e estudos laboratoriais. O melhoramento dos softwares, dos scanners e das frezadoras, como também o surgimento de novos materiais cerâmicos, vem possibilitando a construção de vários tipos de restaurações indiretas, conseguindo resultados satisfatórios de resistência à fratura, adaptação marginal e estética. Esta nova tecnologia vem sendo gradativamente utilizada, não somente simplificando, mas também, acelerando todo o processo de produção para a aquisição das restaurações indiretas cerâmicas.

Palavras-chave: Odontologia. Prótese. Cerâmica.

ABSTRACT

¹ Graduanda em Odontologia do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco, São Luís, MA, Brasil.

² Docente do curso de graduação em Odontologia do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco, Doutor em Odontologia pela Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MA, Brasil.

Improvements in the aesthetic and mechanical characteristics of dental ceramic materials, associated with the evolution of procedures for adhesion to the dental structure based on scientific research, have provided significant changes in restorative dentistry. The virtual design of an indirect dental restoration through computer software and its real transformation through the milling of ceramic blocks is the principle of the technology called CAD/CAM. The objective of this work was to carry out a literature review on indirect ceramic restorations made using the CAD-CAM system. Scientific articles in English and Portuguese from 2004 onwards were searched in the Scientific Electronic Library Online (Scielo), Latin American and Caribbean Literature in Health Sciences (LILACS) and PUBMED databases, including review articles literature, clinical studies and laboratory studies. The improvement of software, scanners and milling machines, as well as the emergence of new ceramic materials, has enabled the construction of various types of indirect restorations, achieving satisfactory results in terms of fracture resistance, marginal adaptation and aesthetics. This new technology has been gradually used, not only simplifying, but also accelerating the entire production process for the acquisition of indirect ceramic restorations.

Keywords: Dentistry. Prosthesis. ceramics.

INTRODUÇÃO

Os sistemas cerâmicos estão em constante evolução, buscando atender às necessidades estética e funcionalidade na reabilitação oral, nisso os melhores sistemas apresentam maior resistência à tração e flexão, maior tenacidade, maior translucidez. Por isso, o dentista utiliza cada material a depender da necessidade clínica e organismo de cada paciente (PEDROCHE, 2016).

As cerâmicas dentais podem ser classificadas, de acordo com a composição e fases moleculares em: cerâmicas vítreas feldspáticas, reforçada por leucita, hidroxiapatita; cerâmicas policristalinas à base de alumina ou zircônia; e mais recentemente, as cerâmicas contendo também polímeros. A usinagem ou fresagem das cerâmicas é uma configuração de aquisição da restauração, usando blocos cerâmicos produzidos industrialmente na forma não sintetizado, parcialmente sintetizado ou completamente sintetizado. É igualmente conhecida como método CAD/CAM (Computer Aided Design e Computer Aided Manufacturing) projeto e fabricação assessorada por computador (SOUZA *et al.*, 2017).

Igualmente designada de cerâmica odontológica ou porcelana dental, é apreciada por ser um material de aparência análoga ao dente natural, devido suas propriedades ópticas e estabilidade química no meio oral. Estas e outras qualidades, como excelente estética e dureza, levaram ao rápido desenvolvimento deste material

com o objetivo básico de tentar atender o crescente aumento da exigência indicada pela sociedade contemporânea (PALLA *et al.*, 2017).

A demora dos métodos tradicionais laboratoriais de confecção e realização de moldagem e modelos tradicionais de gesso são um problema mencionado na literatura, além de um conhecimento maior do profissional em realizar cada etapa dessa, tendo em vista que essa fabricação manual pode implicar em uma maior chance de erros e necessidade de tempo (NUNES *et al.*, 2017).

Alves *et al.* (2017) descreve que a tecnologia tem tido um amplo desenvolvimento no que diz respeito à leitura óptica dos preparos dentários e digitalização a laser nos programas de desenho virtual, nos materiais como, alumina, zircônia e o titânio. A tecnologia CAD/CAM apresenta uma grande revolução sendo uma extensão da odontologia, com uma busca cada vez mais expressiva para o tratamento de pacientes com restaurações fixas.

O sistema CAD/CAM é composto fundamentalmente de três elementos tais como: um escâner de digitalização que consegue a leitura virtual de um preparo, impressão ou modelo, de software CAD que admite o desenho da futura restauração em computador, e uma unidade CAM, responsável pelo corte da cerâmica e confecção da restauração ou infraestrutura. Todas estas fases podem intervir particularmente ou em conjunto com a precisão de adaptação das restaurações indiretas (PEDROCHE, 2016). O sistema permite ao profissional confeccionar restaurações em uma única sessão, caracterizando-se pelo fácil manuseio e velocidade na obtenção das restaurações, sendo recomendado por dentistas de todo o mundo por sua facilidade e por ser possível trabalhar com diferentes materiais (NUNES *et al.*, 2017).

O objetivo desse trabalho foi abordar sobre a confecção de restaurações cerâmicas utilizando o sistema CAD-CAM, as etapas e os materiais cerâmicos utilizados no processo de fabricação.

METODOLOGIA

A pesquisa é tipo descritiva, qualitativa e foi realizada através de uma revisão de literatura narrativa. Os seguintes descritores serão utilizados: Sistema CAD-CAM. Prótese Dentária. Impressão Tridimensional.

Foi realizada através de busca eletrônica de periódicos publicados nas bases de dados do *Scientific Electronic Library Online* (Scielo), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e PUBMED (faixa temporal

de 2004 a 2019).

Ao que diz respeito coleta de dados foi realizada a partir de literatura criteriosa dos artigos, teses e dissertações encontradas nas bases de dados, sendo escolhida exclusivamente a literatura que atendia aos critérios de inclusão definidos neste estudo, tais como: a faixa temporal de 2004 a 2019, tema, objetivos e as palavras-chave.

De posse das informações obtidas, foi realizada a leitura dos artigos destacando o que foi relevante para o estudo. Foram incluídas na pesquisa, literaturas publicadas e disponíveis em texto completo. Foram excluídos da pesquisa estudos de caso e os que não estejam alinhados ao tema, aos objetivos e aos descritores.

Após a seleção desses artigos e produções foram elencadas em uma tabela onde serão destacados: autor, ano, periódicos, objetivos, metodologia e resultados.

REVISÃO DE LITERATURA

1 A tecnologia CAD/CAM

A evolução dos sistemas informatizados para a produção de produtos odontológicos restaurações associadas ao desenvolvimento de novas microestruturas para materiais cerâmicos causou uma mudança importante no fluxo de trabalho clínico para dentistas e técnicos, bem como nas opções de tratamento oferecidas aos pacientes (JAIN *et al.*, 2016).

O sistema CAD/CAM tem recomendações distintas, visto a sua funcionalidade e estética cada vez mais aperfeiçoadas. As reabilitações livres de metal têm um espaço cada vez maior no mercado e o sistema CAD/CAM apresenta infraestruturas constituídas de cerâmicas reforçadas, que tem qualidades mecânicas relevantes, permitindo a confecção de coroas unitárias ou prótese fixa, tanto anterior quanto posterior (BERNARDES *et al.*, 2012).

Correia et al. (2016) afirma que a tecnologia tem sido aproveitada na odontologia notadamente na fabricação de próteses fixa como, por exemplo, coroas, pontes e facetas, a partir de blocos de cerâmica, posteriormente a digitalização e desenho, no software CAD.

Sendo assim, o sistema CAM irá produzir, por meio de uma fresadora e da

impressão digital em 3D sobre diferentes materiais, a reabilitação desejada. Pode-se optar por blocos de cerâmica feldspática, zircônia, dissilicato de lítio, titânio, cromo cobalto e resinas para próteses provisórias, dependendo da estrutura a ser fresada e seu objetivo. Conseqüentemente, o sistema CAD/CAM interliga scanner, software e fresadora para os desígnios finais de reabilitação (FUZO e DINATO, 2013).

Entre as vantagens da utilização desses métodos de produção, é a redução da grande dependência manual na fabricação das restaurações protéticas, diminuição dos custos, agilidade na fabricação da peça corrigindo inesperados erros, trazendo assim uma maior comodidade ao paciente (LIU., 2005). Entretanto, este método apresenta também algumas desvantagens, pois exigem uma impressão digital do preparo dentário, que também é passível de erros, tendo em vista uma desqualificação técnica do profissional ao manusear o sistema (TINSCHERT *et al.*, 2004)

Uma das mudanças mais importantes nesse cenário foi a introdução de restaurações monolíticas produzidas a partir de cerâmica, como zircônia.

Este conceito em si não é novo, pois a cerâmica tem sido usada por um tempo relativamente longo para a produção de restaurações monolíticas, mas foi somente quando a zircônia começou a ser usada para produzir coroas de contorno total que dentistas e técnicos tornaram mais confiáveis para indicar um material cerâmico para coroas e pontes em região posterior (JAIN *et al.*, 2016).

De fato, ao oferecer próteses monolíticas, os clínicos são capazes de superar um dos principais problemas associados a restaurações multicamadas, que é a fratura da camada de revestimento de baixa resistência, geralmente feito de uma cerâmica dental feldspática. No entanto, quando usado uma restauração monolítica de zircônia, outros problemas podem surgir e precisam ser resolvidos, como desgaste da dentição antagonista e as características estéticas da dentição natural (SOUZA *et al.*, 2017).

Devido a problemas de fratura do revestimento camadas, foi proposto novas técnicas e materiais com propósito de melhorar a qualidade final do material de revestimento. Injeção de porcelana sobre a estrutura de zircônia é um exemplo de um novo método de processamento que elimina a porosidade dentro da camada de revestimento e, portanto, melhora sua confiabilidade mecânica (SOUZA *et al.*, 2017).

A técnica CAD-on envolve a produção de uma camada de revestimento mais forte com base em vitrocerâmica de dissilicato de lítio sintetizada na estrutura de zircônia usando uma solda de vidro de fusão, e a camada rápida usa CAD-CAM

(computer-aided design e fabricação assistida por computador) para fresar a camada de revestimento que depois é cimentada na estrutura de zircônia (PALLA *et al.*, 2017).

2 Blocos cerâmicos para CAD/CAM

Esses métodos de processamentos são relativamente novos e ainda precisam de mais ensaios clínicos para comprovar sua eficácia em relação às rotas de processamento tradicionais. Novas microestruturas também foram desenvolvidas pela indústria para oferecer produtos cerâmicos e compósitos com propriedades otimizadas, ou seja, boa resistência mecânica, comportamento de desgaste adequado e características estéticas (JAIN *et al.*, 2016).

Exemplo dessas microestruturas são as vitrocerâmicas de Silicato de lítio reforçado com zircônia, e de uma cerâmica infiltrada com polímero. Este último utiliza uma inovadora técnica de processamento em que um bloco cerâmico poroso é infiltrado com um polímero à base de UDMA, ao contrário das resinas compostas tradicionais produzidas por meio de adição de cargas cerâmicas a uma matriz polimérica (SOUZA *et al.*, 2017).

Blocos de cerâmica vítreas estão disponíveis para fresagem, bem como cerâmicas policristalinas tais como alumina, zircônia e de alumina-zircônia, podendo assim serem fabricadas automaticamente sem qualquer trabalho manual sensível. Coroas cerâmicas fabricadas pela tecnologia CAD-CAM são de fácil manipulação, com excelente capacidade de ajuste, estética e durabilidade clínica quando cimentadas com cimentos resinosos, além de rápida fabricação. Processamento de cerâmicas nestas condições, resultam de diminuição de bolhas, fendas e trincas em comparação com o processamento convencional (Miyazaki e Hotta, 2011).

Atualmente, a produção de restaurações livres de metal usando infraestruturas de cerâmica policristalina (por exemplo, Y-TZP) depende do uso dos sistemas CAD-CAM. A introdução de sistemas de fresagem para a produção de restaurações que permitiram o uso em restaurações protéticas com maior confiabilidade, uma vez que a única técnica disponível no passado era o slip-casting, que resultou em um maior número de defeitos e rachaduras na microestrutura das restaurações finais (PALLA *et al.*, 2017).

A cerâmica de feldspato, representada pelo material mais estudado na literatura, o Vitabloc MKII (Vita), apresentou resultados expressivos. No estudo, as

restaurações indiretas feitas em CAD/CAM apresentaram os melhores resultados em termos de materiais estéticos, superados apenas pelas restaurações de ouro. Uma característica importante do material cerâmico de feldspato disponível é que ele é fácil de polir, pode ser usado mesmo sem esmalte e reduz o desgaste da estrutura do dente oposto. Várias opções de cores e até mesmo níveis de translucidez aumentam o potencial estético desses materiais (NUNES *et al.*, 2017).

A vitrocerâmica reforçada com leucita busca acompanhar o sucesso comercial da Empress Materials, uma cerâmica injetável adequada para a confecção de restaurações anatômicas unitárias. Os cristais de leucita que se formam na estrutura vítrea desta cerâmica aumentam sua resistência (NUNES *et al.*, 2017).

A versão processada em CAD/CAM (e.max CAD) é fornecida na fase de pré-cristalização (bloco azul), após a qual deve ser processado, cristalizado em forno para desenvolver sua cor final e resistência. Os blocos cerâmicos e.max CAD anteriormente disponíveis (e.max CAD LT) para confecção de restaurações anatômicas possuem baixa translucidez, o que pode afetar a estética da restauração. A introdução de um novo bloco vitrocerâmico (e.max CAD HT) baseado em cristais de dissilicato de lítio de alta transparência pode estender sua aplicação a situações com maiores expectativas estéticas. No entanto, são necessárias mais pesquisas sobre o comportamento dessas cerâmicas em relação à abrasividade causada pelos dentes opostos (NUNES *et al.*, 2017).

Nesse sentido, a introdução de novos materiais cerâmicos, possibilitada pelo desenvolvimento da tecnologia CAD/CAM, abriu inúmeras opções para os profissionais da odontologia, que passaram a contar com materiais de alta resistência e níveis de transmissão de luz (Translúcido) compatível com boa estética. Encontrar o equilíbrio ideal entre a resistência necessária e a translucidez da material base em cada caso é um dos desafios para o sucesso das restaurações de cerâmica pura (FILGUEIRAS *et al.*, 2018).

Para usinagem com tecnologia CAD/CAM, o bloco de material de restauração é fornecido em estado pré-cristalizado (ex.maxCAD, Ivoclar Vivadent), que deve ser levado ao forno após a usinagem para completar a cristalização. O processo de cristalização melhora as propriedades mecânicas do material e transforma sua cor de azul para a cor escolhida na paleta de cores Vita Classical (FILGUEIRAS *et al.*, 2018).

A infraestrutura cerâmica de alumina infiltrada de vidro de lantânio forma a

gama de materiais da Vita, que inclui InCeram Spinell, InCeram Alumina e InCeram Zirconia. Os três materiais podem ser processados por métodos convencionais, em técnica conhecida como slip casting, por deposição eletroforética (sistema CeHa White ECS, C. Hafner, Alemanha) ou por processamento de blocos com pré-infiltração de vidro por sistemas CAD./CAM. Os blocos são processados em estado poroso e, após o processamento, recebem a aplicação de vidro de lantânio e são levados a uma estufa onde ocorre a infiltração, conferindo-lhes as propriedades físico-mecânicas desejadas. O uso da tecnologia CAD/CAM tem a vantagem de facilitar o controle de espessura e reduzir significativamente o tempo de produção em relação às técnicas convencionais (FILGUEIRAS *et al.*, 2018).

3 Etapas de produção da restauração

O sistema é constituído por três etapas na qual todas devem ser executadas corretamente para o sucesso da restauração. Essas etapas são: a digitalização, que é obtenção da imagem do preparo em boca ou em modelo de gesso utilizando-se um scanner a laser ou uma microcâmara ligada ao software do sistema, que pedem a imagem das faces vestibular (com o contato com os dentes antagonistas), lingual ou palatina e oclusal. Em seguida, a imagem é processada pelo CAD e então realiza-se a concepção da restauração, que é um projeto da restauração simulada no computador (FILGUEIRAS *et al.*, 2018).

A restauração obtida é maquiada. Esse processo visa melhorar a estética da restauração a partir de processo de vitrificação e glazeamento da peça. Após a aplicação da cor sobre a peça fresada, estas são colocadas no forno e sua temperatura aumenta de forma gradativa. Esse processo é chamado de sinterização ou cristalização dependendo do tipo de material cerâmico utilizado (FILGUEIRAS *et al.*, 2018).

Devido a sua tecnologia, possibilita a redução do tempo de confecção de restaurações com cerâmicas, até mesmo aquelas com alta resistência, que não era possível fazer sua manipulação através de algum outro processamento tradicional, sendo possível que a restauração seja confeccionada em sessão única. Outro benefício é a utilização de blocos pré-fabricados, que são mais homogêneos proporcionando falhas internas mínimas na restauração (URBANESKI, 2012).

As restaurações cerâmicas possuem efeitos estéticos altamente

favoráveis, pois suas propriedades não permitem que haja instabilidade da cor com o tempo, além de sua lisura superficial fazer com que se obtenha uma boa resposta biológica deixando o tecido da margem subgengival livre de acúmulo de placa (GUIMARÃES, 2012).

3.1 Digitalização do preparo dentário

A primeira etapa na produção da restauração pelo processo é o escaneamento para a obtenção de estruturas tridimensionais, podendo ser feitas através de processo intraoral ou escaneamento de bancada. Quando usado o scanner intraoral, a imagem é produzida diretamente do meio bucal, sem precisar realizar a etapa tradicional de moldagem, eliminando assim possíveis distorções dos materiais utilizados e com isso ganhando tempo clínico. Já no escaneamento de bancada, a imagem digital do preparo dentário é obtida pelo escaneamento do modelo de gesso no laboratório (FILGUEIRAS *et al.*, 2018). Entretanto, esta etapa do processo digitalização intraoral do preparo dentário, também conhecida como “moldagem virtual”, pode apresentar erros, caso o profissional não seja bem capacitado para manusear o scanner (TINSCHERT *et al.*, 2004).

Deste modo o sistema veio evoluindo e já possui mais de 50 anos de desenvolvimento. Recebendo cada vez mais lugar no domínio odontológico, sendo que essa forma de tratamento vem sendo praticada em diversos consultórios, sendo registrado nos Estados Unidos o número de 2.5000 dentistas que fazem seu uso, 30 faculdades e uma fabricação de mais 20 milhões de restaurações (PÉREZ; VARGAS, 2010).

Diversas empresas têm desenvolvido diferentes sistemas CAD/CAM de alta tecnologia, porém todos esses sistemas são controlados por computador e consistem em três fases: digitalização, design e usinagem (JAIN *et al.*, 2016).

Existem dois tipos de sistemas que são dispostos de acordo com a disponibilidade de ceder os arquivos que contêm os dados realizados pelo escaneamento: sistemas fechados e sistemas abertos. O benefício de um sistema aberto é a probabilidade de poder indicar o sistema CAM mais certo aos desígnios, uma vez que é admissível comunicar o arquivo CAD para outro computador. Os sistemas CAD-CAM fechados apresentam todo o sistema de produção (CORREIA *et*

al., 2006).

Vale mencionar que também depende muito do que será usado, no caso o sistema, isso porque têm dois tipos de scanner: o mecânico e o óptico. No scanner óptico se obtém os dados tridimensionais a partir de um processo chamado triangulação ativa, procedimento pelo qual o sensor do scanner captura a informação. É gerada uma luz no alvo que se deseja digitalizar, essa luz é projetada para que o sensor do scanner obtenha a informação dependendo do ângulo de projeção e do padrão de sombra que se forma (URBANESKI, 2012).

O receptor do scanner registra a mudança das linhas geradas e o computador calcula a profundidade correspondente. A escala de profundidade neste procedimento depende do ângulo de triangulação. Portanto, o computador pode calcular os dados tridimensionais da imagem obtida do receptor. As fontes de iluminação podem ser: projeção de luz branca ou laser, dependendo do sistema. O scanner mecânico emprega a impressão convencional de preparações dentárias, onde um modelo mestre é lido por um sensor ou bola de safira que usa diâmetros diferentes de acordo com o caso (SULTAN, 2013).

O apontamento da superfície de gesso com este procedimento pode ser de certa forma afetado pela geometria do objeto, anormalidades e tamanho do sensor. No entanto, o exemplo de preparação dentária é percorrido mecanicamente e lido linha a linha pela safira, que passa pela composição a cada 200 µm em cada ângulo de rotação (GUIMARÃES, 2012).

Esses sistemas têm sido usados na Odontologia por quase 30 anos, e durante esse período diferentes máquinas foram lançadas, pois esses sistemas estão constantemente evoluindo e produzindo restaurações com adaptação muito melhor. Além disso, a evolução do sistema CAD-CAM permitiu seu uso para produzir restaurações com outros materiais, como facetas cerâmicas, resinas compostas e ligas metálicas (PALLA *et al.*, 2017).

Dessa forma, as novas tecnologias possibilitaram à obtenção de modelo virtual que reproduza em uma tela de computador o preparo da restauração feito na boca do paciente, que pode ser feito por duas técnicas: moldagens ópticas (usando um scanner intraoral) ou moldagens tradicionais, moldes de gesso e digitalização do modelo (PALLA *et al.*, 2017).

A impressão óptica tem a grande vantagem de não utilizar moldagem de elastômero. Após a conclusão da preparação, um scanner intraoral (câmera) é

colocado sobre a área de interesse na prótese e várias imagens são tiradas para fornecer ao software as informações necessárias para criar um modelo virtual. Apesar dos avanços impressionantes na tecnologia e nos dispositivos ópticos de impressão, ainda há limitações para seu uso, principalmente no contexto da margem subgengival (NUNES *et al.*, 2017).

Uma das vantagens da moldagem digital, é a possibilidade de imediatamente após realiza-la, o dentista poder visualizar o preparo no monitor do computador, podendo ampliar a imagem e identificar erros na geometria do preparo, podendo assim, corrigir no mesmo momento e realizar novo escaneamento (FASBINDER, 2010).

É possível observar os pontos de contato interproximal, pontos de contato oclusal e adaptação marginal da peça a ser fresada, possibilitando ao operador realizar modificações na peça antes mesmo de ser fresada/usinada. Para posteriormente ser escolhido o bloco cerâmico que será utilizado para confecção da restauração indireta, o computador mostrará como o modelo de restauração simulada ficará dentro do bloco escolhido pelo operador (FILGUEIRAS *et al.*, 2018).

3.2 Desenho virtual da restauração

Uma vez obtida a imagem através do escaneamento, essa é armazenada no sistema e a preparação dentária tridimensional é introduzida em um programa específico para o seu *design*, onde o operador pode desenhar de forma virtual a restauração final. O programa sugere as restaurações a partir de um banco de dados de variadas anatomias de dentes, ou de imagens obtidas antes do preparo dentário pelo escaneamento da superfície oclusal dos dentes ou pela impressão óptica de um enceramento (FARIAS *et al.*, 2018).

Um software específico para o planejamento virtual da restauração, é fornecido por cada fabricante, com suas respectivas bibliotecas virtuais (FILGUEIRAS *et al.*, 2018). Entre os requisitos do software para o planejamento da restauração, estão a facilidade de uso e sua capacidade de produzir o que é necessário. Assim, programas voltados para utilização em consultório na produção de inlays, onlays devem produzir rápidas restaurações. Já *softwares* para laboratórios ou centros de produção, precisam apresentar mais possibilidades restauradoras (HILGERT *et al.*, 2009).

O software permite marcar as margens, projetar digitalmente propostas de enceramento virtual da restauração, ajustar contatos oclusais e calibrar as áreas de contato proximais. Logo após, é confeccionada a restauração indireta utilizando-se os parâmetros estabelecidos pelo sistema conforme a definição anatômica da peça (LIU; ESSIG, 2008).

O *software* também contém informações sobre os materiais que podem ser usados para a confecção das peças. Com isso, é possível verificar se a restauração planejada apresenta problemas, como espessura inadequada do material, permitindo então que correções no preparo sejam realizadas antes que a peça seja produzida. A contração que o material restaurador cerâmico sofre durante a sinterização, também é considerada pelo *software*, que prepara a peça com maiores dimensões para compensá-la (PETTER, 2013).

Ao que diz respeito ao acréscimo da demanda por restaurações mais estéticas, novos materiais cerâmicos têm sido de modo recente colocada, desde que esses se revelaram agressivos aos processamentos convencionais. Novas e sofisticadas tecnologias de processamento e sistemas foram adentradas na odontologia, a exemplo do sistema, permitindo-se o emprego de materiais muito resistentes, como a zircônia que, quanto à fabricação manual, é bastante limitada. Presentemente, a zircônia é a cerâmica mais resistente disponível para utilização em Odontologia (BODERREAL *et al.*, 2013).

3.3 Fresagem do bloco cerâmico

A usinagem ou Fresagem dos blocos cerâmicos, pode ser classificada como: industrial, laboratorial e clínica. O clínico, refere-se aos métodos que permitem que os três passos de produção (digitalização, planejamento e usinagem) seja executada no próprio consultório (técnica “*chairside*”), sem precisar, portanto, enviar para o laboratório. No processo industrial, a usinagem da peça é realizada em grandes centros de produção. No laboratorial, as informações são enviadas ao laboratório de prótese, que será o responsável por planejar e na usinagem a peça (PETTER, 2013). As restaurações *chairside* são obtidas de blocos de material restaurador monocromáticos ou que possuem uma certa variação de saturação e translucidez, apresentando boa capacidade de serem polidas. Para dentes posteriores a estética pode ficar aceitável para muitos pacientes. Porém, em restaurações nas

anteriores que exigem muita estética, necessita de caracterização com pigmentos e glazeamento complementar em forno específico, o que aumenta o tempo para obtenção da restauração final (HILGERT *et al.*, 2019).

Com o desenvolvimento de novos materiais restauradores com alta resistência e qualidades estéticas, tais como a zircônia, técnicas de laboratório têm sido desenvolvidas nas quais modelos mestres obtidos através de moldagens com materiais elásticos são digitalmente escaneados para criar modelos (prototipagens), sobre os quais as restaurações são realizadas (URBANESKI, 2012).

Depois de selecionado o material, os blocos pré-fabricados são, então, submetidos a um processamento, usando métodos de subtração (que removem material de um bloco de partida para obter a forma desejada) ou usando métodos aditivos usados na prototipagem rápida. Nos métodos aditivos o processamento tira as informações de um arquivo CAD que é então convertido em um arquivo de estereolitografia (STL) (JAIN *et al.*, 2016).

O desenho feito neste processo é aproximado por triângulos e fatias que fornecem a informação de cada camada que será impressa. A maioria dos procedimentos de usinagem é subtrativa, ou também chamados de usinagem, tais como fresagem, torneamento ou perfuração, usa com cuidado agitações delineadas do instrumento para cortar material de uma peça de trabalho para formar o objeto desejado. A restauração final é iniciada de um bloco pré-formado de material restaurador em uma câmara de moagem (SULTAN, 2013).

Sendo assim, os tipos de material cerâmico utilizados nesse método de processamento são as cerâmicas feldspáticas, cerâmicas reforçadas por leucita, cerâmica reforçada por dissilicato de lítio, cerâmica reforçada por alumina e cerâmica reforçada por zircônia. Esse sistema é uma ótima alternativa para os cirurgiões-dentistas e técnicos de laboratórios de prótese, pois os métodos tradicionais de processamento são considerados mais demorados (URBANESKI, 2012).

CONCLUSÃO

O melhoramento dos softwares, dos scanners e das fresadoras, como também o surgimento de novos materiais cerâmicos, vem possibilitando a construção de vários tipos de restaurações indiretas, próteses fixas, coroas, facetas, conseguindo

resultados satisfatórios de resistência à fratura, adaptação marginal e estética. Esta nova tecnologia vem sendo gradativamente utilizada, não somente simplificando, mas também, acelerando todo o processo de produção para a aquisição das restaurações cerâmicas.

REFERÊNCIAS

- ALVES, V. et al. Vantagens x desvantagens do sistema CAD/CAM. **Brazilian Journal of Surgery and clinical Research**, v. 18, n. 1, p. 106-109, março-maio, 2017.
- BERNARDES, S. R. et al. Tecnologia CAD/CAM aplicada a prótese dentária e sobre implantes: o que é, como funciona, vantagens e limitações. **Jornal ILAPEO**, v. 6, n. 1, p. 8-13, janeiro-fevereiro-março, 2012.
- BODERREAL, E. F.; BESSONE, L.; CABANILLAS, G. Aesthetic All-ceramic Restorations: CAD-CAM System. **International Journal of Odontostomatology**, Córdoba, v.7, n.1, p.139-147, jan. 2013.
- CORREIA, A. et al. Sistema CAD-CAM em medicina dentária: integração com métodos de análise de tensões. **Revista da Associação Portuguesa de Análise Experimental de Tensões-Mecânica Experimental**, Lisboa, v.20, p.131-134, 2012.
- CORREIA, A. R. M. et al. CAD/CAM: a informática da prótese fixa. **Revista odontológica da UNESP**, 2016. p. 183-89.
- FARIAS IA; LIMA RR; ANDRADE AO; LUNA AVL; VASCONCELOS MG; VASCONCELOS RG. Sistema cad/cam: a tecnologia na confecção de próteses. **Salusvita,Bauruv**.37, n.4, p.963-983,2018.
- FASBINDER DJ. Digital dentistry: innovation for restorative treatment. Compendium of **continuing education in dentistry**. Volume 31. Numero 4. Pg 1-11, 2010
- FILGUEIRAS ; PINTO DG; FERRAREZ LL; OLIVEIRA MF; FREITAS TAC; SOTO-MAIOR BS. **Aplicabilidade clinica dos avançosda tecnologia cad cam em odontologia**. HU Revista, 2018, vol 44, número 1, pg. 29-34.
- FUZO, A.; DINATO, J. C. **CAD/CAM: uma visão atual**. 2013.
- GOMES, E. A. et al. **Cerâmicas odontológicas: o estado atual**. Cerâmica. 2008, p. 319-325.
- GUIMARÃES, M. M. **Tecnologia CEREC na Odontologia**. 2012. 127 f. Monografia (Especialização em Dentística) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.
- HILGERT L; BEUER F; SHEWEISER F; ARAÚJO E. **Odontologia restauradora com sistema CAD/CAM: o estado atual da arte.Parte 1-princípios da utilização**. International Journal of Brazilian Dentistry. V.5, n.3, p.294-303. 2009.
- HILGERT L; BEUER F; SHEWEISER F; ARAÚJO E. **Odontologia restauradora com sistema CAD/CAM: o estado atual da arte.Parte 1- possibilidades restauradoras e sistemas cad/cam**. International Journal of Brazilian Dentistry. V.5, n.4, p.424-435. 2009.

JAIN, R. et al. **CAD-CAM the future of digital dentistry: a review. Annals of Prosthodontics & Restorative Dentistry**, New Delhi, v.2, n.2, p.33-36, jun. 2016.

LIU PR. **A panorama of dental CAD/CAM restorative systems. Compendium**. 2005; 169-84.

Liu PR, Essig ME. **Panorama of dental CAD/CAM restorative systems. Compendium of continuing education in dentistry** 2008; 29 (8):482-488.

MIYAZAKI, T; HOTTA, Y. CAD/CAM systems available for the fabrication of crown and bridge restorations. **Australian Dental Journal**, 2011. p. 97-106.

MOURA, R. B. B.; SANTOS, T. C. Sistemas cerâmicos metal free: tecnologia CAD/CAM. **Revista Interdisciplinar**, v. 8, n. 1, p. 220-226, janeiro-fevereiro-março, 2015.

NUNES, M. A. R. et.al. **Evolução das Restaurações em cerâmica - da prótese metalocerâmica a prótese metal free em zircônia**. 2017.

PALLA, E. S.; KONTONASAKI, E.; KANTIRANIS, N.; PAPADOPOULOU, L.; ZORBA, T.; PARASKEVOPOULOS, K. M.; KOIDIS, P. Color stability of lithium disilicate ceramics after aging and immersion in common beverages. **The International Journal of Prosthodontics**, p. 1- 10, 2017.

PEDROCHE, L. O. et al. Marginal and internal fit of zirconia copings obtained using different digital scanning methods. **Revista Brazilian Oral Research**, 2016. p. 1-7.

PÉREZ, C. C.; VARGAS, J. A. D. Cerámicas y sistemas para restauraciones CAD-CAM: una revisión. **Revista De La Facultad De Odontologia Universidad De Antioquia**, Antioquia, v.22, n.1, p. 88-108, dez. 2010.

Petter O. **Tecnologia CAD/CAM [monografia]**. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina; 2013.

SOUZA, G. M.; ZYKUSA, A.; GHANAVYEH R. R.; LAWRENCEB. S. K.; BAHRB, D. F. Effect of accelerated aging on dental zirconia-based materials. **Journal of the mechanical behavior of biomedic materials**, v. 55, p. 256 – 263, 2017.

SULTAN, D. Evaluation of CAD/CAM generated ceramic post & core. 2013. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Odontológicas), **University of Pittsburgh School of Dental Medicine**, Pittsburgh, 2016.

TINSCHERT J, NATT G, HASSENPFUG S, SPIEKERMANN H. **Status of current CAD/CAM technology in dental medicine**. *Int J Comput Dent*. 2004;7(1):25-45

URBANESKI, P. **Sistema CAD-CAM: uma realidade na odontologia**. 2012. 36 f. Monografia (Graduação em Odontologia) – Faculdade de Ciências Biológicas, Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, 2012.