

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS DA VIDA
CURSO DE ODONTOLOGIA**

ANDRIELI LANGNER FREIDHEIM

**CONFECÇÃO DE PINOS NÚCLEOS E A TECNOLOGIA CAD/CAM:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

CAXIAS DO SUL

2020

ANDRIELI LANGNER FREIDHEIM

**CONFECÇÃO DE PINOS NÚCLEOS E A TECNOLOGIA CAD/CAM:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

Pesquisa apresentado para a obtenção do título de Bacharel em Odontologia da Universidade de Caxias do Sul (UCS) - Área do Conhecimento de Ciências da Vida - Curso de Odontologia.

Orientadora: Prof^a. Dra. Suzana Uggeri Coradini.

CAXIAS DO SUL

2020

ANDRIELI LANGNER FREIDHEIM

**CONFECÇÃO DE PINOS NÚCLEOS E A TECNOLOGIA CAD/CAM:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

Pesquisa apresentado para a obtenção do título de Bacharel em Odontologia da Universidade de Caxias do Sul (UCS) - Área do Conhecimento de Ciências da Vida - Curso de Odontologia.

Aprovado em: ___/___/2020

Banca Examinadora

Prof^a. Dra. Suzana Uggeri Coradini – Orientadora
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. Luiz Felipe Butzke Coelho
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. João Lopes Bondan
Universidade de Caxias do Sul – UCS

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer:

Aos meus pais, irmã e familiares, que me incentivaram nessa trajetória e me encorajaram a continuar nos momentos de dificuldade.

A todos os docentes pela paciência que tiveram em ouvir e ensinar, e pelas trocas de experiências e conselhos que me permitiram crescer no meu processo de formação profissional.

A minha Orientadora Profa. Dra. Suzana Uggeri Coradini, por quem tenho uma enorme admiração, e que sempre esteve presente para me auxiliar durante a elaboração do trabalho.

Aos meus colegas da graduação, que ao longo do curso nos tornamos amigos e passamos a compartilhar das mesmas expectativas.

A todas as pessoas que se envolveram de alguma forma no meu processo de formação e que me ajudaram a chegar até aqui.

RESUMO

O presente estudo visa, com base na literatura, apresentar o uso do sistema CAD/CAM na confecção de pinos personalizados, buscando conhecer os materiais utilizados, as vantagens e as limitações dessa técnica. Também visa comparar as diferentes técnicas de confecção de pinos (tradicionais *versus* digitais) para observar as mudanças que ocorrem nas etapas clínicas e laboratoriais. Para esta revisão sistemática as seguintes bases de dados foram consultadas: PubMed e Bireme. Com a finalidade de esclarecer outros pontos do assunto para inserção de referências científicas também houve a utilização de artigos da Biblioteca Digital Scrib e a utilização de livro. A seleção teve como critério de inclusão a busca por artigos científicos publicados do ano de 2000 até 2020 que pudessem responder aos objetivos deste estudo. A tecnologia CAD/CAM já está presente na odontologia e agrega grandes benefícios, principalmente, quando se trata de reabilitações dentro da área de próteses dentárias. O sistema proporciona qualidade, segurança de uso, obtenção e armazenamento de dados em tempo real, substitui etapas laboratoriais e com isso o tempo de trabalho é reduzido em relação ao método tradicional de fundição. Porém há limitações da leitura do scanner no conduto radicular, tendo que optar, em alguns casos, por uma moldagem convencional. Pode-se concluir que os pinos personalizados via sistema CAD/CAM ficam bem adaptados ao conduto radicular. Foi possível verificar, de acordo com os estudos experimentais, que os pinos de fibra de vidro integrado ao sistema CAD/CAM, apresentam falhas reparáveis e são esteticamente agradáveis. A qualidade dos materiais deste sistema tem se mostrado superior comparado aos pinos convencionais, entretanto, o investimento nesse sistema é consideravelmente alto e necessita de treinamento da equipe para manipulação do programa. Também se percebe uma necessidade de mais informações na literatura sobre a confecção dos pinos fabricados através da tecnologia CAD/CAM.

Palavras-chave: Pinos CAD/CAM (Desenho Assistido por Computador).

ABSTRACT

The present study aims, based on the literature, to present the use of the CAD/CAM system in the manufacture of personalized pins, seeking to know the materials used, the advantages and limitations of this technique. It also aims to compare the different techniques of making pins (traditional versus digital) to observe the changes that occur in the clinical and laboratory stages. For this systematic review, in order to seek relevant results regarding the use of pins in the CAD/CAM system, the following databases were consulted: PubMed and Bireme. In order to clarify other points of the subject for inserting scientific references, articles from the Digital Scrib and the use of a book library were also used. The selection had as inclusion criteria the search for scientific articles published from 2000 to 2020 that could answer the objectives of this study. The CAD/CAM technology is already present in dentistry and adds great benefits, especially when it comes to rehabilitation within the area of dental prostheses. The system provides quality, safety of use, obtaining and storing data in real time, replacing laboratory steps and with that the working time is reduced in relation to the traditional casting method. However, there are limitations to the scanner reading in the root canal, having to opt, in some cases, for a conventional impression. It can be concluded that the custom pins via CAD/CAM system are well adapted to the root canal. It was possible to verify, according to the experimental studies, that the fiberglass pins integrated to the CAD/CAM system, present repairable flaws and are aesthetically pleasing. The quality of the materials in this system has been shown to be superior compared to conventional pins, however, the investment in this system is considerably high and requires training of the team to handle the program. There is also a need for more information in the literature on the manufacture of pins manufactured using CAD/CAM technology.

Keywords: Posts CAD/CAM (Computer Assisted Design).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A) Pino-núcleo Padrão de Cera. B) Pino-núcleo de fibra de vidro fresado em CAD/CAM	14
Figura 2- Finalização do pino fabricado com resina Duralay.....	15
Figura 3 - Pino finalizado sendo levado para ser digitalizado em um escâner.....	15
Figura 4 - Escaneamento do modelo de gesso.....	15
Figura 5 - Aspecto do desenho virtual do pino no software.....	16
Figura 6 - Formação do pino digital através do Software Dental Systems	16
Figura 7 - Checagem da direção de inserção do pino.....	17
Figura 8 - Proposta inicial da forma do pino.....	17
Figura 9 - Desenho final do pino.	17
Figura 10 - Cortes transversais comparando a altura do dente vizinho com o dente que contém o pino para checar o mínimo de 1,5mm de desgaste incisal (A); Cortes transversais para averiguar o mínimo de 2mm de espessura entre a porção coronária do pino os dentes vizinhos (B)	18
Figura 11 - Desenho em 3D do pino finalizado.	18
Figura 12 - Modelo de fresadoras e materiais mais comuns usados para a fabricação de pinos fresados em CAD/CAM.....	19
Figura 13 - Imagem do fresamento de um pino de fibra de vidro.....	19

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Bis-GMA	Bisfenol-Aglicidil metacrilato
Ca-Cr-Mo-W	Calbato-cromo-molibdênio-tungstênio
CAD	Computer-Aided Design
CAM	Computer-Aided Manufacturing
CEREC	Ceramic Reconstruction
DMLS	Sinterização direta de metal a laser
PEEK	Polieteretecelona

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2. METODOLOGIA	12
2.1 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO.....	12
2.2 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	12
2.3 FLUXOGRAMA DE RESULTADOS DOS ARTIGOS PESQUISADOS	13
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
3.1 PINOS INTRARRADICULAR ASSOCIADO AO SISTEMA CAD/CAM.....	14
3.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA CAD/CAM	20
3.3 PINOS CONVENCIONAIS VERSUS PINOS FRESADOS NO SISTEMA CAD/CAM.....	21
4 DISCUSSÃO	28
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

O sucesso da reabilitação com pinos núcleos é muito importante e depende muito da preservação das estruturas dentárias, principalmente durante o processo do tratamento endodôntico para não as danificar mais. (PONTIUS; HUTTER, 2002). É importante realizar uma avaliação clínica e radiográfica criteriosa dos remanescentes dentários, avaliando as condições do tratamento endodôntico, condições periodontais, a quantidade de dentes envolvidos e a oclusão, além das condições socioeconômicas, para então decidir a melhor escolha de material para realizar a reabilitação (MUNIZ, 2005).

Atualmente encontram-se como métodos de retenção intracanal, mais frequentemente, os pinos fundidos e pré-fabricados metálicos ou de fibra de vidro entre diversos outros pinos de diferentes materiais e morfologias. Por muito tempo os pinos metálicos fundidos foram eficazes no sucesso reabilitador protético, principalmente pela sua durabilidade (MORO; AGOSTINHO; MATSUMOTO, 2005). Porém conclui-se após estudos *in vitro*, realizado em dentes uni-radiculares, que os pinos fundidos apresentam uma grande tendência de fraturar a raiz no sentido vertical (PONTIUS; HUTTER, 2008). Pré-molares e raízes mesiais dos molares inferiores são os dentes mais suscetíveis a sofrer fraturas verticais e, portanto merecem cuidados redobrados quando recebem um pino intrarradicular, pois caso ocorra uma fratura radicular, pode ter como consequência a perda do elemento dentário (FUSS; et. al, 2001). Os pinos metálicos possuem um alto módulo de elasticidade, levando a um aumento das tensões no conduto radicular, e devido aos esforços mastigatórios isso pode ocasionar fraturas radiculares irreparáveis, portanto a fim de minimizar o insucesso dos pinos metálicos foram desenvolvidos pinos de fibras (MARTELLI, 2000).

O uso de materiais como pinos de fibra de vidro, cimentos resinosos e resina composta promove uma boa união por apresentarem um módulo de elasticidade similar ao da dentina (18,6 Gpa), portanto são bem indicados para reabilitação de dentes estruturalmente comprometidos e desvitalizados, pois reduzem riscos de fraturas (PEST; et. al, 2002). Também apresentam bons resultados estéticos por ser um pino translúcido, favorecendo as reabilitações de dentes anteriores, além de que a fabricação do pino de fibra de vidro pode ser confeccionada no mesmo dia da sessão clínica (BUSATO; et. al, 2014; MARTELLI, 2000). Os pinos pré-fabricados

são os mais utilizados nas clínicas, mas oferecem desvantagens por possuir uma forma que, sozinha, não pode ser personalizada de acordo com cada caso clínico e também não são indicados para dentes com grandes destruições coronárias e canais muito amplos (PANG; et. al, 2019). Assim surgiu uma nova técnica que favorece a retenção dos pinos de fibra de vidro em canais amplos, proporciona uma camada não muito espessa de cimento, evitando ocasionar uma contração de polimerização e favorece a estética, dispensando o uso de pinos metálicos fundidos. Essa técnica é conhecida como pino anatômico que consiste no reembasamento do pino com resina composta (FERREIRA; et. al, 2018). Entretanto o ideal é que o pino seja personalizado, ou seja, fique justo ao canal radicular, para não comprometer a adesão dos pinos, assim a camada de adesivo e do cimento resinoso permanece fina e o risco de criar bolhas no interior e comprometer a adesão é menor (ZHANG; et. al, 2019). Ainda, de acordo com Neto, Corrêa e Sábio (2014, p. 91) é indicado manter 2mm de altura de um remanescente de dentina coronária, pois dessa forma irá auxiliar na resistência do pino de fibra de vidro, e caso a quantidade seja inferior a 2mm o ideal seria restaurar com um pino metálico fundido para garantir uma maior longevidade da restauração.

Atualmente com o avanço das tecnologias e visando uma odontologia moderna, foi introduzido no mercado o sistema *Computer-Aided Design*¹ ou *Computer-Aided Manufacturing*² (CAD/CAM), que está sendo utilizado dentro da área da odontologia para a confecção de peças protéticas (BERNARDES; et. al, 2012). O sistema CAD/CAM confecciona retentores intrarradicular com o objetivo de minimizar falhas das técnicas convencionais e superar as limitações dos pinos pré-fabricados (PANG; et. al, 2019).

Existem poucas informações a respeito do uso dessa tecnologia na confecção de pinos intrarradicular. Sendo assim o objetivo deste trabalho é realizar uma revisão sistemática da literatura sobre o uso do sistema em pinos personalizados intracanal com o CAD/CAM dentro da área de prótese, e realizar comparações dessa técnica com o uso de pinos tradicionais, buscando compreender a eficácia desse sistema e dos materiais empregados para a confecção de pinos.

¹ Tradução livre: Design Assistido por Computador.

² Tradução livre: Fabricação Assistida por Computador.

2. METODOLOGIA

Para a elaboração desta revisão sistemática da literatura foi realizada a busca por trabalhos científicos, via *Web*, através das seguintes plataformas: PubMed e Bireme. Buscando responder à pergunta norteadora da revisão "Quais vantagens o sistema de fresagem de pinos personalizados intracanais CAD/CAM oferece em relação aos retentores intracanais convencionais mais utilizados atualmente? Qual a relevância ou custo benefício?". As palavras-chave utilizadas foram: Posts CAD/CAM. Determinou-se que a seleção da pesquisa seria com datas de publicações do ano de 2000 até 2020, sem filtro de idiomas.

Outros esclarecimentos quanto ao assunto, além das imagens coletadas para a elaboração deste estudo têm como referência artigos pesquisados na Biblioteca Digital Scirib e livro.

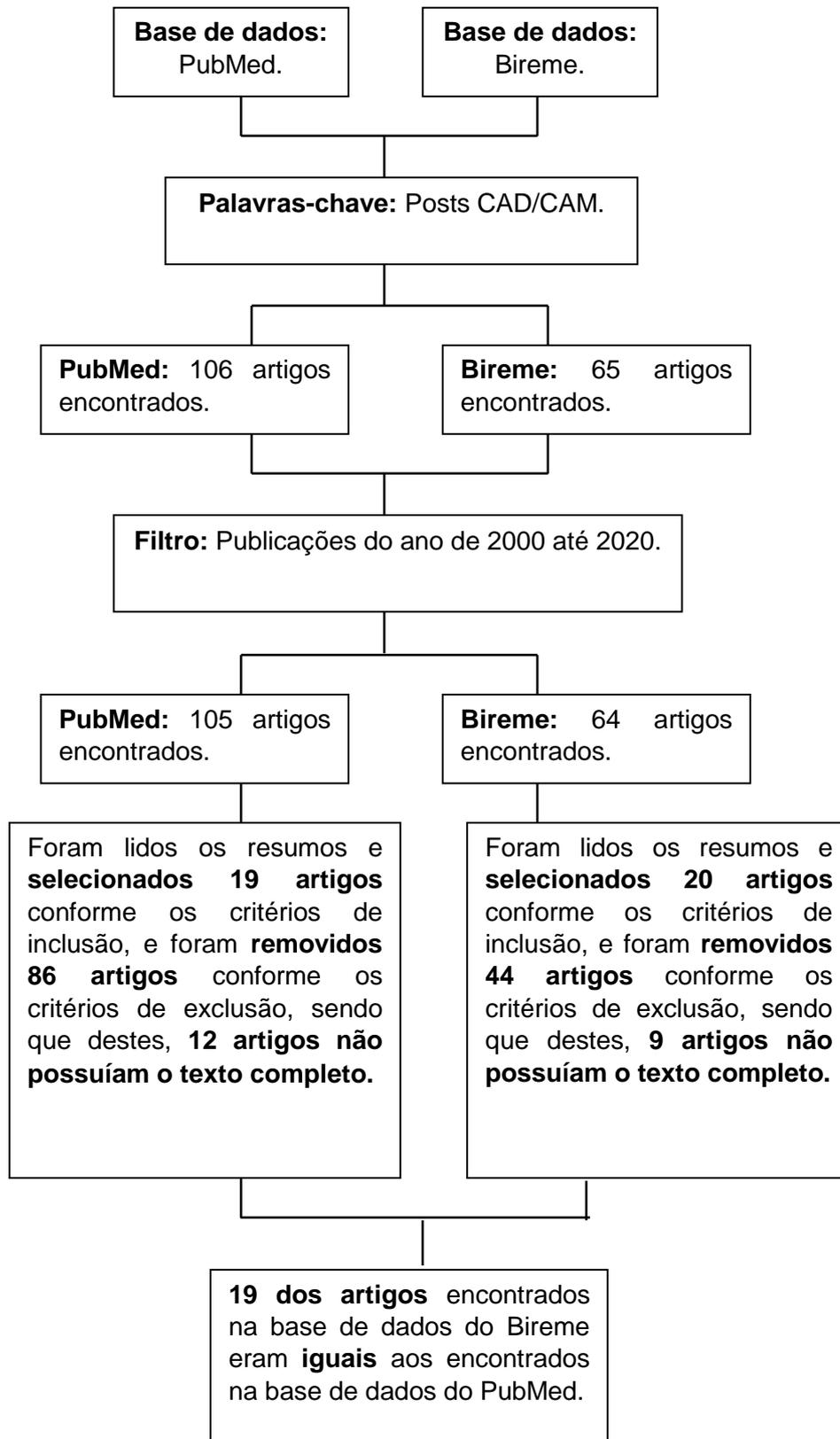
2.1 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

- a) Artigos científicos publicados do ano de 2000 até 2020;
- b) As palavras-chave foram consultadas no DECS (Descritores em Ciências da Saúde);
- c) Artigos científicos que abordassem a técnica de confecção de pinos fresados pelos sistema CAD/CAM e que pudessem responder aos objetivos desse estudo;
- d) Pesquisa experimental que faça a comparação dos pinos convencionais *versus* pinos integrados ao sistema CAD/CAM, e que discuta os resultados obtidos.

2.2 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

- a) Artigos científicos publicados antes do ano de 2000;
- b) Artigos científicos ou pesquisa documental que não abordassem pinos fresados pelo sistema CAD/CAM e que não atendiam aos objetivos desse estudo.
- c) Artigos científicos que não apresentavam o texto completo.

2.3 FLUXOGRAMA DE RESULTADOS DOS ARTIGOS PESQUISADOS



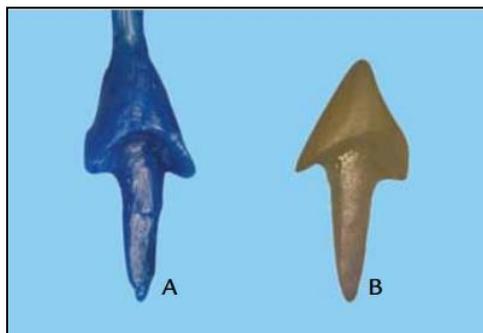
3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PINOS INTRARADICULAR ASSOCIADO AO SISTEMA CAD/CAM

Visando pela busca de materiais mais resistentes, estéticos e que possibilitassem a reabilitação de casos mais extensos de forma menos invasiva e traumática, surgiu a tecnologia CAD/CAM - *Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing* que traduzido para o português significa desenho auxiliado por computador e manufatura auxiliada por computador. Essa tecnologia está presente na área da odontologia desde a década de 70 e tem sido utilizada de forma geral para otimizar tempo (BERNARDES; et. al, 2012). Esse sistema de fabricação tem elevado os padrões de qualidade dos materiais em níveis funcionais e estéticos (CORREIA; et. al, 2006).

A primeira etapa no processo de fabricação dos retentores intracanal por meio do sistema CAD/CAM consiste no escaneamento que pode ser feito através do escaneamento do padrão de cera (Figura 1) (LIU, DENG, WANG, 2010). Assim, como também, através de um escâner de bancada, que é feito por meio de um padrão de duralay ou modelo de gesso (Figuras 2, 3 e 4) e pode ser realizado o escaneamento através do escâner intraoral, que é realizado diretamente na boca do paciente. Esses softwares podem ser classificados como aberto ou fechado (BERNARDES; et. al, 2012). Os sistemas fechados oferecem todo o sistema de produção CAD/CAM desde a aquisição de dados até o processo de fabricação da peça, mas não tem como interagir com outros sistemas. Enquanto que os sistemas abertos permitem a transmissão de dados obtidos pelo CAD para outro programa de computador e para usinagens CAM de diferentes empresas (ALGHAZZAWI, 2016).

Figura 1 - A) Pino-núcleo Padrão de Cera. B) Pino-núcleo de fibra de vidro fresado em CAD/CAM .



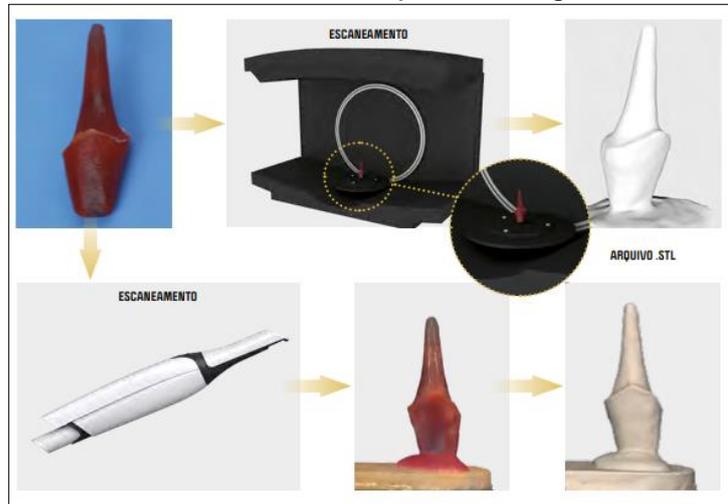
Fonte: Liu, Deng, Wang (2010, p. 332).

Figura 2- Finalização do pino fabricado com resina Duralay



Fonte: Albuquerque; Silva; Morgan (2020, p. 233).

Figura 3 - Pino finalizado sendo levado para ser digitalizado em um escâner



Fonte: Albuquerque; Silva; Morgan (2020, p. 233).

Figura 4 - Escaneamento do modelo de gesso.

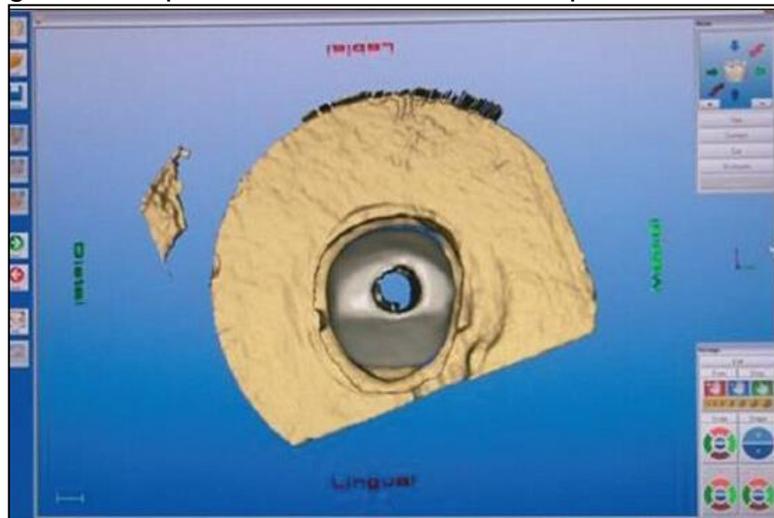


Fonte: Albuquerque; Silva; Morgan (2020, p. 234).

O escaneamento e o planejamento através de um software com as imagens obtidas e toda a parte de armazenamento de dados, compõe o que se chama CAD (desenho auxiliado por computador) (BERNARDES; et. al, 2012).

Após o escaneamento deve-se realizar o planejamento virtual, no qual será desenhado e registrado no sistema a forma do pino ou da peça que deseja que vá para a máquina de fresagem (Figura 5 e 6). Nesse momento é realizada toda a checagem de adaptação do pino (Figuras 7 e 8) até a sua finalização (Figuras 9, 10 e 11) (OZCAN, SAHIN, 2013).

Figura 5 - Aspecto do desenho virtual do pino no software.



Fonte: Oscan, Sahin (2013, p. 457).

Figura 6 - Formação do pino digital através do *Software Dental Systems*



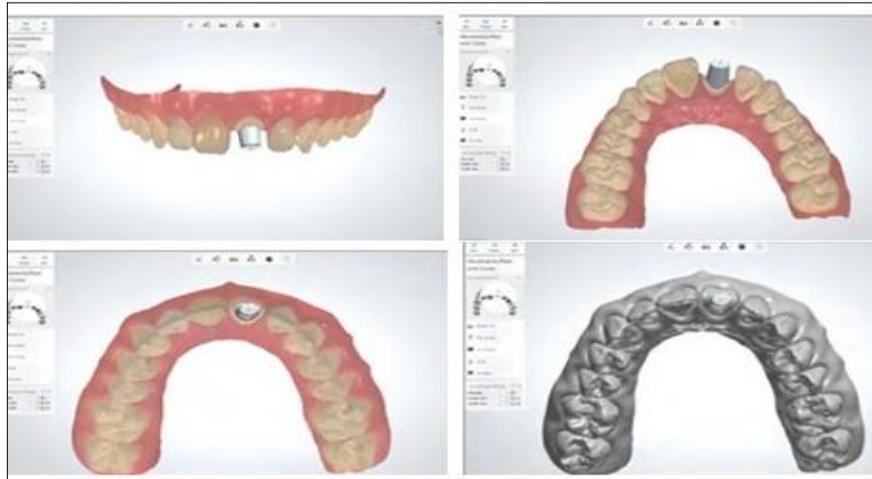
Fonte: Albuquerque; Silva; Morgan (2020, p. 236).

Figura 7 - Checagem da direção de inserção do pino



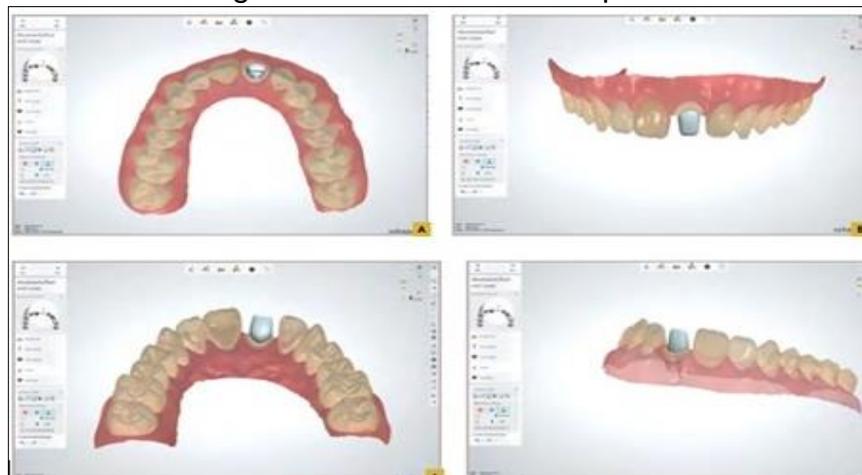
Fonte: Albuquerque; Silva; Morgan (2020, p. 237).

Figura 8 - Proposta inicial da forma do pino



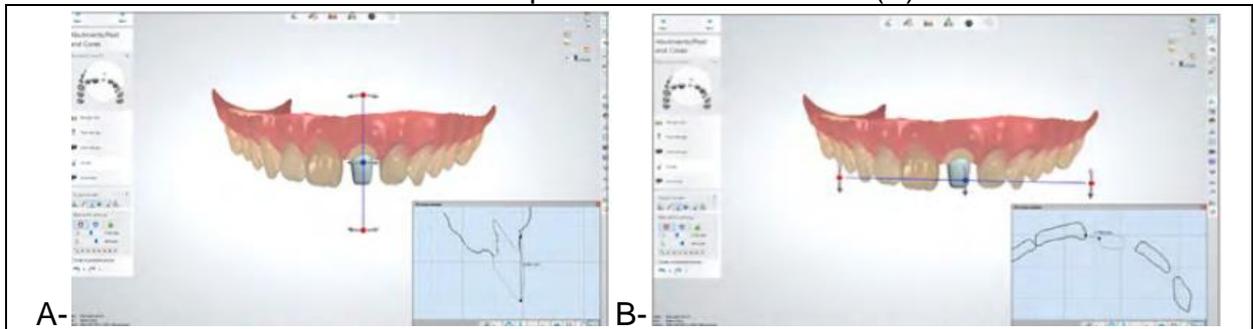
Fonte: Albuquerque; Silva; Morgan (2020, p. 238).

Figura 9 - Desenho final do pino.



Fonte: Albuquerque; Silva; Morgan (2020, p. 238).

Figura 10 - Cortes transversais comparando a altura do dente vizinho com o dente que contém o pino para checar o mínimo de 1,5mm de desgaste incisal (A); Cortes transversais para averiguar o mínimo de 2mm de espessura entre a porção coronária do pino os dentes vizinhos (B)



Fonte: Albuquerque; Silva; Morgan (2020, p. 239).

Figura 11 - Desenho em 3D do pino finalizado.



Fonte: Albuquerque; Silva; Morgan (2020, p. 240).

O processo de manufatura e fresagem que tornam as imagens virtuais em peças protéticas compõem o que se chama CAM (Manufatura auxiliada por computador). As máquinas (Figura 12) contém um código que permite realizar movimentos de cortes, em vários eixos de um material, e dessa forma materializa a peça virtual (BERNARDES; et. al, 2012).

A qualidade e precisão durante o processo de confecção das peças é mais bem alcançada com máquinas de fresamento de 5 eixos, porém a forma de suporte do bloco de fresagem vai influenciar no número de eixos. O sistema CEREC apresenta um bom elemento de suporte. Ainda quanto maior uma máquina de usinagem, mais estabilidade durante a confecção da peça irá obter, pois a máquina vai sofrer menos interferência externa, conseguindo copiar os detalhes da peça com maior precisão (Figura 13) (CORREIA; et. al, 2006).

Figura 12 - Modelo de fresadoras e materiais mais comuns usados para a fabricação de pinos fresados em CAD/CAM



Fonte: Albuquerque; Silva; Morgan (2020, p. 229).

Figura 13 - Imagem do fresamento de um pino de fibra de vidro



Fonte: Albuquerque; Silva; Morgan (2020, p. 244).

A tecnologia de fresagem/usinagem mais comumente utilizada na área odontológica é a usinagem numericamente controlada por computador (CNC), que tem como objetivo fabricar uma peça restauradora a partir de um bloco sólido por

meio de cortes. Todo o processo de fresagem é controlado através de um programa de computador (ALGHAZZAWI, 2016).

3.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA CAD/CAM

As vantagens do sistema CAD/CAM são a praticidade de uso, qualidade, segurança e estética dos materiais, permitindo armazenar dados do paciente e modelos de arcada virtual, o que ajuda a manter o controle das informações adquiridas, além de que se obtêm dados em tempo real (BERNARDES; et. al, 2012). Também permite o aperfeiçoamento das restaurações com uso de materiais bem resistentes com menor incidência de fraturas radiculares, e são bem indicados para dentes anteriores por apresentar uma estética agradável (CORREIA; et. al, 2006).

Os pinos de fibra de vidro confeccionados pelo sistema CAD/CAM demonstram um elevado nível na qualidade do material, são bem resistentes às fraturas de canais alargados e podem ser usados com coroas de zircônia que não irão comprometer significativamente a resistência da raiz, promovendo estética. Além de que através de um estudo realizado foi possível observar que durante o processo de cimentação desses pinos, o cimento resinoso promoveu uma fina camada uniforme, ideal para dissipar as tensões (COSTA; et. al, 2017).

Porém o sistema CAD/CAM apresenta algumas desvantagens, dentre elas está a dificuldade de realizar o escaneamento de áreas subgingivais e regiões retentivas. A alternativa nesse caso é realizar o escaneamento de uma moldagem ou de um modelo de gesso. Também o uso de spray exigido por alguns escâneres para conseguir gerar uma imagem com mais qualidade pode comprometer a restauração e em alguns casos as fresas de corte da máquina de usinagem podem ser maiores do que o ideal, resultando em ajustes da peça quando provado em boca (BERNARDES; et. al, 2012). Um estudo revelou que o escâner é capaz de ler o conduto radicular em até 9mm de profundidade, mas ainda assim é bem indicado (LIBONATI; et. al, 2020)

Também o custo para obter o sistema CAD/CAM é considerado alto e requer investimento nos treinamentos das equipes para realizar o manuseio do sistema (ALGHAZZAWI, 2016).

3.3 PINOS CONVENCIONAIS VERSUS PINOS FRESADOS NO SISTEMA CAD/CAM

Através da análise dos dados foi possível analisar as vantagens e desvantagens reais dos pinos fabricados a partir do sistema CAD/CAM quando comparados a outros materiais presentes no mercado.

No estudo de Pang; et. al, (2019, p. 114 - 118) foi realizado um teste *in vitro* comparando a resistência das raízes de incisivos superiores em diferentes técnicas de confecção de pinos-núcleos, chegaram à conclusão que a reabilitação com pinos-núcleo de fibra de vidro confeccionados através do sistema CAD/CAM obteve um enorme sucesso quanto à resistência às fraturas de raízes com canais amplamente alargados comparados aos tratamentos com pinos-núcleos tradicionais. A pesquisa comparou a resistência de dentes reabilitados com pinos de fibra de vidro confeccionado através do sistema CAD/CAM (Grupo A), pinos pré-fabricados de fibra de vidro (Grupo B) e pinos de liga de ouro fundido (Grupo C). Através de um teste de carga e que simulava a mastigação, nesse caso, foi adaptado para ser equivalente há um ano. Os resultados mostraram que os pinos do grupo A, mantiveram-se bem adaptados no conduto radicular, não ocorreram fraturas radiculares durante o período de teste (simulação mastigatória de um ano), porém até atingir o máximo de sua resistência (927.6 ± 275.6)N, a fratura ocorreu no terço cervical da raiz, ou seja, uma fratura possível de ser reparada. Ainda mantiveram-se bem mais resistentes do que o grupo B (616.5 ± 154.9)N, e não obtiveram uma diferença significativa em relação ao grupo C (967.9 ± 157.5)N, entretanto apesar dos pinos de liga de ouro fundido terem sido demonstrados no teste como sendo os mais resistentes, foi possível observar que esse modelo teve maior tendência de fraturas irreparáveis, ocorrendo no terço apical da raiz.

Similar a este estudo, outra pesquisa realizada por Tsintsadze; et al (2017, p. 263-267) também comparando a resistência de pinos de fibra de vidro pré-fabricado (Grupo 1), pinos de fibra de vidro fresado em CAD/CAM (Grupo 2) e pinos metal-fundido (Grupo 3) todos cimentados em canais de pré-molares unirradiculares. Pode-se concluir que os pinos do grupo 2 obtiveram resistência a tração similar ao grupo 3 e uma retenção maior em relação aos pinos de fibra de vidro pré-fabricados. Também foi avaliado a camada de espessura de cimento em cada amostra, a qual foi medida em micrômetros (μm). Nas imagens digitais adquiridas em microscopia

digital, os resultados foram que a espessura de cimento dos pinos de fibra de vidro pré-fabricado são maiores em relação aos pinos de fibra confeccionado pelo sistema CAD/CAM, mas a espessura do cimento foi ainda menor nos pinos metal fundido criando condições mais favoráveis para retenção. Segundo Liu, Deng, Wang (2010, p. 332) Pinos-núcleo de fibra de vidro confeccionados pelo sistema CAD/CAM podem substituir o uso de pinos pré-fabricados de fibra de vidro e pinos metal fundido em canais amplamente alargados com sucesso. Após a realização de um caso clínico, no qual foi realizado a confecção de um pino-núcleo de fibra de vidro fresado em CAD/CAM para restaurar um incisivo central superior do lado esquerdo (dente 21) pode-se concluir o sucesso reabilitador desse material. Oito meses depois da colocação do pino, o paciente retornou ao consultório para fazer a avaliação do quadro e no exame radiográfico periapical foi observado que o pino-núcleo se manteve bem adaptado no conduto radicular.

Em outro trabalho comparativo realizado por Eid et. al, (2019, p. 899-904) foi analisado a resistência de união à dentina e de cisalhamento dos pinos fresados em CAD/CAM em comparação aos pinos pré-fabricados. O grupo 1 era composto por pinos reforçados com fibra e fresado em CAD/CAM; o grupo 2 era composto por pinos de polímeros de alta densidade; e o grupo 3 era composto por pinos pré-fabricados, todos foram cimentados com cimento resinoso em condutos de pré-molares unirradiculares. Os valores de resistência de união mostraram que o grupo 1 e 2 obtiveram maior retenção no canal do que pinos pré-fabricados. As falhas de retenção observadas foram adesivas entre cimento e dentina em todos os grupos, porém no grupo 2 predominou a falha adesiva entre cimento e pino.

Na pesquisa de Neves (2019, p. 31-52) foi analisado a resistência de união de pinos de fibra de vidro pré-fabricado (Grupo 1); pino de fibra de vidro reembasado com resina composta (Grupo 2) e pino de fibra de vidro fresado no sistema CAD/CAM (Grupo 3) em incisivos inferiores. As amostras foram cimentadas com cimento resinoso autoadesivo e foram submetidas ao teste de cisalhamento por tração (*Push-out*), também foi avaliado a adaptação do pino a dentina e a espessura do cimento resinoso nos terços coronal, médio e apical. Os resultados mostraram que os pinos do grupo 2 obtiveram maior valor de resistência de união no terço coronal, em comparação aos demais grupos, porém apresentou o pior desempenho de união no terço apical. As falhas observadas nos pinos de fibra de vidro fresados e reembasados foram do tipo coesiva em dentina nos terços coronários, enquanto que

a falha observada no grupo 1 foi do tipo adesiva entre cimento resinoso e dentina radicular, esse grupo apresentou uma camada espessa de cimento contendo falhas adesivas.

Segundo outro estudo os pinos de fibra de vidro fresado em CAD/CAM têm melhor adesão no canal e na porção cervical da raiz e por ser personalizado de acordo com cada canal a camada de adesivo é mais fina e o risco de criar bolhas no interior e comprometer a adesão é menor. Enquanto que pinos de fibra pré-fabricados e pinos de fibra de plástico por não se ajustarem bem ao canal radicular apresentam maiores chances de falhas na adesão entre pino, cimento e dentina (ZHANG; et. al, 2019). De acordo com outro trabalho os pinos de fibra de vidro fresado em CAD/CAM apresentaram uma boa quantidade e distribuição de fibras de vidro, quando comparados a um pino de fibra de vidro pré-fabricado disponível comercialmente (GARCIA; et. al, 2018). Entretanto um outro estudo revelou que os pinos de fibra pré-fabricados apresentaram fibras paralelas e com maior diâmetro em comparação aos pinos fresados pelo sistema CAD/CAM, que apresentaram fibra mais multidirecionadas, o que favoreceu o aumento da resistência a flexão do pino de fibra pré-fabricado. Também foi possível avaliar que a direção da fresagem de pinos CAD/CAM influenciou no desempenho deles, a fresagem na posição diagonal obteve resistência à flexão muito maior em comparação a um pino fresado verticalmente (RUSCHEL; et. al, 2018).

Com o mesmo objetivo dos trabalhos *in vitro* relatados acima, Borzangry, Saker, Al-Zorak (2019 p. 132-137) relataram o impacto da resistência à fratura radicular de incisivos centrais utilizando pinos-núcleo de fibra de vidro pré-fabricado em canal estreito (grupo controle); Pino anatômico em canais amplos (grupo AP); Pino-núcleo de fibra de vidro pré-fabricado em canal amplo e cimentado com camada espessa de cimento resinoso (grupo RC); raiz com canal amplo restaurada com pino de fibra de vidro pré-fabricado reforçada com resina composta (grupo CR); pino-núcleo fundido (grupo CM) e pino-núcleo de cerâmica infiltrada com polímero confeccionado no sistema CAD/CAM (grupo CP). Assim foi possível observar que os canais restaurados com pinos do grupo controle e do Grupo CP apresentaram maior resistência. Já o grupo RC demonstrou valores mais baixos de retenção. Também neste estudo foram analisados os tipos de fraturas que ocorreram em cada amostra, sendo classificadas como fraturas reparáveis ou favoráveis, as fratura do terço cervical da raiz ou deslocamento do pino e ainda, sendo classificadas como fraturas

irreparáveis ou catastróficas, que seriam as fraturas em vertical, horizontal ou oblíqua abaixo do terço cervical e que, portanto acarretaria na extração do elemento dentário. Em 80% das amostras do grupo C demonstraram ter tido fraturas reparáveis e não muito distante, 70% das amostras dos grupos CP e CR também, enquanto que nos outros grupos foram registrados um menor percentual de fraturas reparáveis. Segundo o estudo a provável causa do grupo C ter obtido esse resultado é devido a maior quantidade de dentina remanescente presente, que contribui para tolerar bem as cargas mastigatória geradas e no grupo CP e CR é devido ao seu módulo de elasticidade que é compatível com a dentina.

No trabalho de Teixeira et. al, (2020, p. 508-513) foi avaliado a resistência à fratura e falhas de pinos fabricados com polietereceton (PEEK) (Grupo 1); Pinos de compósitos nanocerâmicos (Grupo 2) ambos confeccionados pelo sistema CAD/CAM em comparação com pinos metal-fundido (Grupo 3) e pinos pré-fabricados de fibra de vidro reforçados com resina composta (Grupo 4); Foi possível observar que os pinos do grupo 3 apresentaram maiores valores de resistência (939.6 ± 146.5)N em comparação com os demais grupos. O grupo 1 apresentou principalmente falhas reparáveis (deslocamento do pino-núcleo). Já no grupo 2 e 4 ocorreram falhas de rachaduras ou mesmo fratura do núcleo. Enquanto que no grupo 3 a maior parte das falhas foram irreparáveis (fratura vertical da raiz) e apenas uma das amostras desse grupo apresentou falha reparável, do tipo adesiva entre a interface do pino e do cimento resinoso. O grupo 3 por apresentar um módulo de elasticidade (200GPa) muito maior que o da dentina (18GPa) explica o motivo de tantas fraturas irreparáveis, enquanto que os outros grupos apresentavam valores mais próximos.

No estudo comparativo de Alkhatri, Saleh, Kheder (2019, p. 350-354) após a avaliação da resistência à fraturas e a observação dos tipos de fraturas de pinos metálicos (grupo A), pinos de zircônia (grupo B) e pinos de cerâmica infiltrada com polímero, fresado em CAD/CAM (grupo C) em incisivos centrais superiores, foi observado que os pinos confeccionados em metal ($324,05 \pm 71,47$)N, e zircônia ($328,06 \pm 54,37$)N obtiveram maior resistência à fraturas em comparação aos pinos do grupo C ($271,06 \pm 69,57$)N, porém as amostras do grupo A e B apresentaram fraturas desfavoráveis (fratura radicular) enquanto que nos pinos do grupo C, as fraturas que ocorreram foram somente do pino, isso pode ser explicado pela maior compatibilidade no módulo de elasticidade desse tipo de pino com a dentina.

Recentemente o uso da técnica de sinterização direta de metal a laser (DMLS) está sendo utilizada para criar peças protéticas na área da odontologia, o uso dessa técnica basicamente consiste no uso de metal em pó para criar peças como uma impressão 3D e que consegue alcançar áreas que são muito difíceis de produzir, com isto, um estudo realizou a comparação da resistência a fratura de pinos confeccionados pela técnica DMLS, usando calbato-cromo (Ca-Cr) em pó e componentes de calbato-cromo-molibdênio-tungstênio (Ca-Cr-Mo-W) (Grupo DMLS); pinos confeccionados pela técnica de fresamento através do CAD/CAM, usando calbato-cromo sem níquel e bloco berílio (Grupo CCM) e pinos feitos pela técnica tradicional de fundição (Grupo TC) usando liga de Ca-Cr. Os resultados mostraram que o grupo CCM apresentou maior resistência a fraturas que os demais grupos da amostra, mas o grupo DMLS demonstrou valores aceitáveis de resistência à fratura também, porém os tipos de fraturas que ocorreram foram do tipo irreparável (fratura vertical da raiz) em todos os grupos, provavelmente devido ao alto módulo de elasticidade (BILGIN; et.al,2015).

A fim de avaliar em pré-molares unirradicular a resistência à fratura de pinos núcleos metal fundido (grupo C); Pino-núcleo fresado em metal (bloco de Co-Cr) pelo sistema CAD/CAM (grupo CM); Pino-núcleo sinterizado a laser usando um pó de liga de Co-Cr (grupo LS); Pino-núcleo de Oxido de Zircônia fresado em CAD/CAM (grupo ZR). Foi possível concluir através da análise de variância (ANOVA) unilateral e de teste de comparações múltiplas *post hoc de Tukey* ($\alpha = 0,05$) que o grupo ZR obteve maior resistência à fratura ($315,4 \pm 53,4$)N comparado com os demais grupos, que apresentaram ($253,0 \pm 22,4$)N no grupo CM; ($250,0 \pm 29,0$)N no grupo LS; ($230,2 \pm 29,8$)N no grupo C (KALYONCUOGLU; et. al, 2015).

Outro estudo realizado também comparou a resistência à fraturas de pinos de oxido de zircônia fresado em CAD/CAM (Grupo A) em comparação com pinos pré-fabricados de fibra de vidro (grupo B) e chegaram ao resultado de que o grupo A apresentou um valor significativamente mais alto de resistência ($627,79$)N em comparação ao grupo B ($74,28$)N (DAYALAN; et. al, 2011). Na pesquisa de Egilmez; et. al (2012, p. 176 - 182) obtem resultados similares ao anterior. Amostras de 80 pré-molares inferiores unirradiculares, foram divididos em pinos de Zircônia confeccionados pelo sistema CAD/CAM (pinos ZR) e pinos de fibra de vidro (pinos IPN) e ainda metade de cada amostra dos pinos continham 9mm de altura e 1,5mm de diâmetro e outra metade 10mm de altura e 1,2mm de diâmetro. Com a intenção

de avaliar a resistência ao cisalhamento dos pinos no conduto radicular e a influência da espessura do cimento resinoso na retenção. As amostras foram submetidas a ciclagem térmica, e os resultados mostraram que os pinos de maior diâmetro e por tanto, mais adaptado ao canal apresentaram maior resistência de união ($7,8 \pm 3,5$)MPa em relação aos pinos de menor diâmetro ($6,2 \pm 3,3$)MPa e os pinos de Zircônia em CAD/CAM demonstraram ser mais resistentes ($7,3 \pm 3,2$)MPa e as falhas encontradas nessas amostras foram adesivas entre dentina e cimento, enquanto que os pinos de fibra de vidro apresentaram valores de resistência ($6,8 \pm 3,7$)MPa e as falhas encontradas foram adesivas entre dentina e cimento, e falha coesiva dentro do pino.

De acordo com o trabalho de Kaya e Ergun (2013, p. 1064-1069) no qual foi avaliado a resistência à fraturas de pinos-núcleo de Zircônia fresado pelo sistema CAD/CAM (grupo ZR); pinos de Zircônia com núcleo de resina (Biscore e Bisco) (grupo Zr/R); pinos de Zircônia com núcleo de resina composta (Admira e Voco) (grupo Zr/RC); pino de fibra de vidro reforçado com resina (grupo F/R); pino de fibra de vidro reforçado com resina composta (grupo FRC); cada amostra continha pinos de 1,5mm de diâmetro e de 10mm ou 15mm de comprimento. Os resultados demonstraram que os pinos do grupo ZR apresentaram maior resistência ($163,01 \pm 5,28$)N em comparação com o grupo FRC ($93,48 \pm 7,38$)N e os pinos de 15mm do grupo ZRC obtiveram maior resistência também ($191,41 \pm 61,79$)N em comparação aos pinos de 10mm das amostras ($108,06 \pm 31,06$)N, enquanto que nos demais grupos não houve diferenças significativas. Mas ao avaliar os tipos de fraturas, o grupo FRC apresentou apenas falhas da solda do pino no conduto, já no grupo ZR a maioria das amostras apresentaram fraturas do pino 2mm acima da margem cervical em ambos os comprimentos de pinos. Segundo o estudo *in vitro* realizado por Ozcan, Sahin (2013, p. 456-459) no qual também avaliou a resistência à fratura de pinos de zircônia fresado em CAD/CAM (grupo 1); pinos pré-fabricados de zircônia e núcleo fresado em CAD/CAM com bloco de cerâmica feldspática (grupo 2); pinos pré-fabricados de zircônia e núcleo Empress prensado (grupo 3), em incisivos centrais superiores, os resultados mostraram que os valores de resistência de cada grupo foi de (577)N grupo 1; (586)N grupo 2; (585)N grupo 3, podendo concluir que não houve diferença significativa .

Para a avaliação do efeito de diferentes tratamentos de superfície na resistência de união *push-out* (resistência de cisalhamento nas interfaces dentina,

cimento e pino) de pinos de fibra de vidro integrado ao CAD/CAM, um estudo foi realizado, tendo como amostra 40 pré-molares superiores e inferiores unirradiculares. Após a desobturação (simulando canais de paredes finas) e padronização dos canais radiculares, o pino de fibra de vidro confeccionado pelo sistema CAD/CAM foi obtido através de um bloco de fibra e resina epóxi. As amostras foram então divididas em 4 grupos de acordo com o tratamento da superfície do pino-núcleo, sendo realizado o tratamento de superfície do grupo 1 com etanol 70% (ETH); do grupo 2 com peróxido de hidrogênio 24% (HP) por 1 minuto; do grupo 3 com 70% etanol + silano (ETH/S); e grupo 4 com peróxido de hidrogênio 24% + silano (HP/S). O adesivo universal contendo silano, mais o procedimento de sistemas adesivos e fotopolimerização final foram realizados nos pinos-núcleo e estes cimentados com cimento resinoso dual, para avaliar a resistência de união de cada amostra. Pode-se concluir que o grupo 4 obteve maior resistência ao cisalhamento no terço coronal em relação aos demais grupos, principalmente do grupo 2 e 3 (GARCIA; et. al, 2018).

As vantagens observadas de adquirir o sistema CAD/CAM são que substituem etapas clínicas e laboratoriais, aumentam a produtividade em menor tempo de consultas (BILGIN; et. al, 2015; SILVA, MORGAN, 2020). Também permite o aperfeiçoamento das restaurações com uso de materiais bem resistentes com menor incidência de fraturas radiculares, e são bem indicados para dentes anteriores por apresentar uma estética agradável (TEXEIRA; et. al, 2020). Entretanto uma das limitações do sistema é o escaneamento, segundo estudos o escâner é capaz de ler o conduto radicular em até 9mm de profundidade, mas ainda assim é bem indicado e acelera a produtividade (LIBONATI; et. al, 2020; KALYONCUOGLU; et. al, 2015).

4 DISCUSSÃO

De acordo com os resultados dos estudos *in vitro* encontrados nesta revisão, foi possível verificar que os pinos de fibra de vidro confeccionados através do sistema CAD/CAM apresentaram uma resistência aceitável à fraturas radiculares e uma boa adaptação do pino no conduto radicular, o que possibilita uma camada fina de cimento entre a dentina e o pino intrarradicular promovendo adequada união das estruturas (PANG; et. al, 2019; TSINTSADZE; et. al, 2017; BORZANGRY, SAKER, AL-ZORAK, 2019). A maior falha encontrada nesses pinos foram adesivas e coesivas entre a dentina e o cimento, acarretando na soltura do pino dentro do conduto radicular, e as fraturas encontradas foram no terço coronário, portanto passíveis de recuperação (NEVES, 2019; BORZANGRY, SAKER, AL-ZORAK, 2019; EGILMES; et. al, 2012).

Estudos têm revelado que os pinos fresados pelo sistema CAD/CAM apresentam maiores valores de retenção no conduto radicular em comparação a pinos pré-fabricados de fibra de vidro (EID; et. al, 2019; DENG, WANG, 2010). Também apresentam uma boa quantidade e distribuição de fibras de vidro, quando comparados a um pino de fibra de vidro pré-fabricado (GARCIA; et. al, 2018). Contudo a direção da fresagem de pinos CAD/CAM pode influenciar na resistência a flexão, sendo mais favorável a posição diagonal (RUSCHEL; et. al, 2018).

Os pinos personalizados no CAD/CAM apresentam um menor risco de desenvolver bolhas no interior da camada adesiva por estarem bem adaptados ao canal, e desta forma, o risco de comprometer a adesão é significativamente menor (ZHANG; et. al, 2019). Segundo os estudos os pinos de fibra de vidro confeccionados pelo sistema CAD/CAM oferecem vantagens em relação aos pinos pré-fabricados de fibra em canais amplos, mas não em canais atrésico. Já os pinos pré-fabricados reembasado com resina composta servem como alternativa para promover melhor adaptação do pino no conduto radicular, mas apresentam uma baixa resistência de adesão em relação aos pinos feitos no sistema CAD/CAM (BORZANGRY, SAKER, AL-ZORAK, 2019; KAYA, ERGUN, 2013). Para Pang, et. al (2019, p. 117) as vantagens que os pinos de fibra de vidro CAD/CAM apresentam são o fato de serem personalizados de acordo com a morfologia do canal radicular, promovendo uma boa adaptação e união das estruturas, dessa forma, minimiza-se as falhas de insucesso em reabilitações de dentes com canais amplos. Também por

apresentar um módulo de elasticidade (35 Gpa) próximo ao da dentina contribui para a distribuição mais uniforme das tensões geradas, fortalecendo a resistência às fraturas.

Foi relatado com sucesso um caso clínico, no qual um incisivo central superior foi reabilitado com pino-núcleo de fibra de vidro confeccionado pelo sistema CAD/CAM, foi observado que o pino se manteve bem adaptado no conduto radicular após um período de oito meses (LIU; DENG; WANG, 2010).

Outras pesquisas revelaram que os pinos de zircônia apresentam uma alta resistência às fraturas, sendo mais resistentes que pinos metálicos feitos por técnicas tradicionais e são bem estéticos, porém causam fraturas irreparáveis, devido ao alto módulo de elasticidade. Enquanto que pinos de cerâmica infiltrada com polímero, fresado em CAD/CAM apresentaram fraturas apenas do pino. (ALKHATRI, SALEH, KHEDER, 2019). Já os pinos de Zircônia confeccionados pelo sistema CAD/CAM também apresentaram valores altos de resistência radicular (KALYONCUOGLU; et. al, 2015; DAYALAN; et. al, 2011; KAYA, ERGUN, 2013). As falhas encontradas nessas amostras foram adesivas entre dentina e cimento (EGILMES; et. al, 2012). De acordo com outro estudo os pinos de Zircônia integrado ao sistema CAD/CAM, apresentaram fratura do pino na metade cervical da raiz, e era irreparável, isso pode ser atribuído ao fato de os pinos de zircônia apresentarem um alto módulo de elasticidade (KAYA, ERGUN, 2013).

Já em relação aos pinos fabricados com polieterecelona (PEEK) e pinos de compósitos nanocerâmicos, ambos integrados ao sistema CAD/CAM as fraturas observadas foram deslocamento do pino-núcleo nas amostra dos pinos PEEK, e trincas e fraturas do núcleo nas amostras dos pinos de compósitos nanocerâmicos (TEIXEIRA; et. al, 2020).

Um outro trabalho comprovou que é possível aumentar a resistência ao cisalhamento no terço coronal dos pinos de fibra de vidro fresados, realizando o tratamento da superfície do pino com peróxido de hidrogênio 24% e o agente silano (GARCIA; et. al, 2018). Em outra pesquisa é relatado que pinos fresados usando calbato-cromo sem níquel e bloco berílio, apresentam maior resistência à fratura que pinos confeccionados pela técnica de sinterização direta de metal a laser (DMLS), porém ambos apresentam fraturas irreparáveis (fratura vertical da raiz) devido ao alto módulo de elasticidade (BILGIN; et.al,2015).

Segundo estudos o sistema CAD/CAM permite acelerar a produtividade, substituindo as etapas clínicas e laboratoriais e ainda proporciona reabilitações com uso de materiais resistentes e estéticos (BILGIN; et. al, 2015; TEXEIRA; et. al, 2020). Entretanto uma das limitações do sistema é o escaneamento, pois o escâner é capaz de ler o conduto radicular em até 9mm de profundidade (KALYONCUOGLU; et. al, 2015).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. Pode-se concluir que os pinos personalizados via sistema CAD/CAM demonstram ser muito eficientes, justamente por conseguir fazer com que os pinos fiquem bem adaptados ao conduto radicular;
2. Proporcionam uma estética agradável, sendo assim, estes são bem indicados para dentes anteriores e com canais amplos;
3. Os pinos de fibra de vidro integrado ao CAD/CAM apresentaram uma boa resistência no conduto radicular e falhas do tipo reparáveis (soltura do pino ou fraturas na porção do núcleo);
4. Os pinos de fibra integrados ao CAD/CAM apresentam uma boa quantidade e distribuições das fibras, mas a direção da fresagem pode influenciar no seu desempenho;
5. O tempo de trabalho é reduzido em relação ao método tradicional e a maior limitação do sistema CAD/CAM é referente às falhas de escaneamentos, além disso, o investimento nesse sistema é consideravelmente alto e necessita de treinamento da equipe para manipulação do programa;
6. Se percebe uma necessidade de mais informações na literatura sobre a confecção dos pinos fabricados através da tecnologia CAD/CAM. Nota-se que os pinos de fibra de vidro e pinos de zircônia integrados ao sistema são os modelos de pinos mais estudados, mas que pinos de cerâmica infiltrada com polímero, pinos de cerâmica feldspática e pinos fabricados com polieterecetelona (PEEK), dentre outras composições necessitam de mais estudos. Também há falta de relatos de casos clínicos utilizando essa técnica.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Rodrigo; SILVA, Nelson; MORGAN, Luís Fernando dos Santos Alves. **Pinos pré-fabricados: do convencional ao digital**. Napoleão Editora. 1ª Edição, 2020. Páginas 226-255. Disponível em: <https://napoleaoeditora.com.br/wp-content/uploads/sites/2/2020/01/Degustacao_PPF.pdf>. Acesso em: 31 de mar. de 2020.

ALGHAZZAWI, F. Tariq. **Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation**. Journal of Prosthodontic Research. Volume 60, Edição 2 , Abril de 2016 , Páginas 72-84. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1883195816000098?via%3Dihub>> . Acesso em: 01 de abr. de 2020.

ALKHATRI, Reem; SALEH, Abdul Rahman Mohammed; KHEDER Waad. **Evaluating Fracture Resistance And Failure Modes Of Root Filled Teeth Restored With CAD/CAM-Fabricated Post And Core**. Clin Cosmet Investig Dent. 2019 Nov 14;11:349-355. doi: 10.2147/CCIDE.S219712. PMID: 31814773; PMCID: PMC6863363. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31814773/>>. Acesso em: 27 set. 2020.

BERNARDES, Sérgio Rocha; et. al. **Tecnologia CAD/CAM aplicada a prótese dentária e sobre implantes: o que é, como funciona, vantagens e limitações**. Jornal ILAPEO. Volume 06, nº 01. Jan. Fev. Mar. 2012. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/118949710/Artigo-01-Tecnologia-CAD-CAM-Aplicada-a-Protese-Dentaria-e-Sobre-Implantes-o-Que-e-Como-Funciona-Vantagens-e-Limitacoes-Revisao-Critica-Da-Literatura>>. Acesso em: 30 de mar. de 2020.

BILGIN, Mehmet Selim; et. al. **Comparison of fracture resistance between cast, CAD/CAM milling, and direct metal laser sintering metal post systems**. J Prosthodont Res. 2016 Jan;60(1):23-8. doi: 10.1016/j.jpor.2015.08.001. Epub 2015 Sep 5. PMID: 26347450. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26347450/>>. Acesso em: 29 set. 2020.

BORZANGRY, Sary S; SAKER, Samah M; AL-ZORDK, Walid A; **Effect of restoration technique on resistance to fracture of endodontically treated anterior teeth with flared root canals**. J Biomed Res. 2019 Apr 22;33(2):131-138. doi: 10.7555/JBR.32.20170099. PMID: 30418168; PMCID: PMC6477170. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30418168/>>. Acesso em: 03 out. 2020.

BUSATO, Priscila do monte Ribeiro; et. al. **Influência da técnica de inserção do cimento resinoso na resistência de união de pinos de fibra de**

vidro/dentina. Rev Dental Press Estét. 2014 out dez;11(4):93-9. Disponível em: <<https://acervo.dentalgo.com.br/search/pino%20de%20fibra%20de%20vidro?artigo=211409307>>. Acesso em: 07 de abr. de 2020.

CORREIA, André Ricardo Maia; et. al. **CAD-CAM:** a informática a serviço da prótese fixa. Revista de Odontologia da UNESP. 2006; 35(2): 183-89© 2006 - ISSN 1807-2577. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/69345442/CAD-CAM>>. Acesso em: 30 de mar. de 2020.

COSTA, Rogério Goulart; et. al. **Efeito do pós-núcleo de fibra de vidro CAD/CAM na micromorfologia do cimento e resistência à fratura de raízes endodonticamente tratadas.** Am J Dent. 2017 fev; 30 (1): 3-8. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29178707/>>. Acesso em: 19 de abr. de 2020.

DAYALAN, Malathi; et. Al. **An Evaluation of Fracture Strength of Zirconium Oxide Posts Fabricated Using CAD-CAM Technology Compared with Prefabricated Glass Fibre Posts.** J Indian Prosthodont Soc. 2010 Dec;10(4):213-8. doi: 10.1007/s13191-011-0051-3. Epub 2011 Feb 20. PMID: 22131666; PMCID: PMC3056950. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22131666/>>. Acesso em: 02 out. 2020.

EGILMEZ, Ferhan; et. al. **Influence of cement thickness on the bond strength of tooth-colored posts to root dentin after thermal cycling.** Acta Odontol Scand. 2013 Jan;71(1):175-82. doi: 10.3109/00016357.2011.654257. Epub 2012 Feb 3. PMID: 22299811. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22299811/>>. Acesso em: 06 out. 2020.

EID, Rita Y; et. al. **Effect of Fabrication Technique and Thermal Cycling on the Bond Strength of CAD/CAM Milled Custom Fit Anatomical Post and Cores: An In Vitro Study.** J Prosthodont. 2019 Oct;28(8):898-905. doi: 10.1111/jopr.13101. Epub 2019 Aug 22. PMID: 31397947. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31397947/>>. Acesso em: 26 set. 2020.

FERREIRA, Michele Bortoluzzi De Conto; et. al. **Pino de fibra de vidro anatômico:** relato de caso. JournalOf Oral Investigations, 01 June 2018, Vol.7(1), pp.52-61. Disponível em: <<https://doaj.org/article/72ddef87de2a48b5a8c9ae58946caa49>> Acesso em: 16 de abr. de 2020.

FUSS,Zvi; et. al. **An evaluation of endodontically treated vertical root fractured teeth:** impact of operative procedures. J Endod. 2001;27(1):46-8. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11487164>>. Acesso em: 17 de abr. de 2020.

GARCIA, Paula Pontes; et. al. **Effect of surface treatments on the bond strength of CAD/CAM fiberglass posts.** J Clin Exp Dent. 2018 Jun 1;10(6):e591-e597. doi: 10.4317/jced.54904. PMID: 29930778; PMCID: PMC6005091. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29930778/>>. Acesso em: 24 set. 2020.

KALYONCUOGLU, Elif; et. al. **Effect of 1-piece post and core fabrication techniques on fracture strength.** J Appl Biomater Funct Mater. 2015 Oct 16;13(3):e253-8. doi: 10.5301/jabfm.5000223. PMID: 26045222. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26045222/>>. Acesso em: 04 out. 2020.

KAYA, Bekir Murat; ERGUN, Gulfen. **The effect of post length and core material on root fracture with respect to different post materials.** Acta Odontol Scand. 2013 Sep;71(5):1063-70. doi:10.3109/00016357.2012.741706. Epub 2012 Nov 20. PMID: 23163305. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23163305/>>. Acesso em: 05 out. 2020.

LIBONATI, Antonio; et. al. **CAD/CAM Customized Glass Fiber Post and Core With Digital Intraoral Impression: A Case Report.** Clin Cosmet Investig Dent. 2020 Feb 10;12:17-24. doi: 10.2147/CCIDE.S237442. PMID: 32104100; PMCID: PMC7021168. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32104100/>>. Acesso em: 28 set. 2020.

LIU, Peng; DENG, Xu Liang; WANG, Xin Zhi. **Use of a CAD/CAM-fabricated glass fiber post and core to restore fractured anterior teeth: A clinical report.** J Prosthet Dent. 2010 Jun;103(6):330-3. doi: 10.1016/S0022-3913(10)60071-6. PMID: 20493321. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20493321/>>. Acesso em: 01 out. 2020.

MARTELLI; Roberta. **Fourth-generation intraradicular posts for the aesthetic restoration of anterior teeth.** Pract Periodontics Aesthet Dent. 2000; 12: 579-84. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11404909>> Acesso em: 17 de abr. de 2020.

MORO, Marcos; AGOSTINHO, Alessandra Marçal; MATSUMOTO, Wilson. **Núcleos Metálicos Fundidos X Pinos Pré-Fabricados.** PCL 2005; 7(36):167-72. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/53313425/nucleos-metalicos-x-pinos-pre-fabricados-1>> Acesso em: 28 de mar. de 2020.

MUNIZ, Leonardo. **Novo conceito para retenção intra-radicular: Preparo endodôntico para pinos de fibra.** Rev Dental Press Estét, Maringá, v.2, n.1, p. 70-81, jan./fev./mar.2005. Disponível em: <<https://acervo.dentalgo.com.br/search/preparo%20endod%C3%B4ntico?artigo=202107012>>. Acesso em: 17 de abr. de 2020.

NETO, Clóvis Lamartine de Moraes Melo; CORRÊA, Giovani de Oliveira; SÁBIO, Sérgio. **Revisão sistemática sobre o desempenho clínico em longo prazo de núcleos metálicos fundidos e pinos de fibra de vidro.** Rev Dental Press Estét. 2014 out-dez;11(4):84-92. Disponível em: <<http://snip.ly/fdouxp#https://acervo.dentalgo.com.br/>>. Acesso em: 16 de abr. de 2020.

NEVES, André Martins das. **Influência de diferentes tipos de retentores intrarradiculares de fibra de vidro na resistência de união de um cimento resinoso autoadesivo à dentina radicular.** Belo Horizonte; s.n; 2019. 93 p. ilus. Tese em Inglês, Português | BBO - Odontologia | ID: biblio-1016469. Disponível em: <<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1016469>>. Acesso em: 17 out. 2020.

OZCAN, Nihal; SAHIN, Erdal. **In vitro evaluation of the fracture strength of all-ceramic core materials on zirconium posts.** Eur J Dent. 2013 Oct;7(4):455-460. doi: 10.4103/1305-7456.120671. PMID: 24932121; PMCID: PMC4053671. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24932121/>>. Acesso em: 07 out. 2020.

PANG, Jianliang; et. al. **Fracture behaviors of maxillary central incisors with flared root canals restored with CAD/CAM integrated glass fiber post-and-core.** Dental Materials Journal 2019; 38(1): 114–119. Disponível em: <https://www.jstage.jst.go.jp/article/dmj/38/1/38_2017-394/_article>. Acesso em: 28 de mar. de 2020.

PEST, Lucas Boschian; et. al. **Restaurações adesivas pós-endodônticas com pinos de fibra: testes push-out e observações SEM.** Dent Mater. Dezembro de 2002; 18 (8): 596-602. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12385901/>>. Acesso em: 16 de abr. de 2020.

PONTIUS, Oliver. HUTTER, Jeffrey. **Survival rate and fracture strength of incisors restored with different post and core systems and endodontically treated incisors without coronaradicular reinforcement.** J Endod. 2002;28(10):710-5. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12398170>>. Acesso em 17 de abr. de 2020.

RUSCHEL, George Hebert; et. al. **Mechanical properties and superficial characterization of a milled CAD-CAM glass fiber post.** J Mech Behav Biomed Mater. 2018 Jun;82:187-192. doi: 10.1016/j.jmbbm.2018.03.035. Epub 2018 Mar 27. PMID: 29609139. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29609139/>>. Acesso em: 25 set. 2020

TEIXEIRA, K.N; DUQUE, T.M; MAIA, H.P. GONÇALVES, T.M.S.V. **Fracture Resistance and Failure Mode of Custom-made Post-and-cores of Polyetheretherketone and Nano-ceramic Composite**. Oper Dent. 2020 Feb 26. doi: 10.2341/19-080-L. Epub ahead of print. PMID: 32101501. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32101501/>>. Acesso em: 10 out. 2020.

TSINTSADZE, Nino; et. al. **Performance of CAD/CAM fabricated fiber posts in oval-shaped root canals: An in vitro study**. Am J Dent. 2017 Oct;30(5):248-254. PMID: 29178727. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29178727/>>. Acesso em: 24 set. 2020.

ZHANG, Yuan; et. al. **[Study of bond strength of one-piece glass fiber posts-and-cores with flared root canals in vitro]**. Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban. 2019 Apr 18;51(2):327-334. Chinese. doi: 10.19723/j.issn.1671-167X.2019.02.024. PMID: 30996377; PMCID: PMC7441211. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30996377/>>. Acesso em: 30 set. 2020.