

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE ODONTOLOGIA

JESSILENE RIBEIRO ROCHA

**ADESÃO DE PINOS INTRARRADICULARES CONFECCIONADOS
ATRAVÉS DA TECNOLOGIA CAD/CAM: REVISÃO DE LITERATURA**

SÃO LUÍS
2021

JESSILENE RIBEIRO ROCHA

**ADESÃO DE PINOS INTRARRADICULARES CONFECCIONADOS
ATRAVÉS DA TECNOLOGIA CAD/CAM: REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de conclusão de curso (TCC) apresentado ao curso de Odontologia da Universidade do Maranhão, como pré-requisito para a obtenção do grau de bacharel em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Darlon Martins Lima

SÃO LUÍS
2021

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Rocha, Jessilene Ribeiro.

Adesão de pinos intrarradiculares confeccionados
através da tecnologia CAD/CAM : revisão de literatura /
Jessilene Ribeiro Rocha. - 2021.

34 f.

Orientador(a): Darlon Martins Lima.

Curso de Odontologia, Universidade Federal do Maranhão,
São Luís, 2021.

1. Adesão. 2. CAD/CAM. 3. Pinos intrarradiculares.
I. Lima, Darlon Martins. II. Título.

Rocha, JR. **Adesão de pinos intrarradiculares confeccionados através da tecnologia CAD/CAM: Revisão de literatura.** Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao curso de Odontologia da Universidade Federal do Maranhão como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel em Odontologia.

Monografia apresentada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Darlon Martins Lima
Orientador

Prof. Dr. Fernando Jorge Mendes Ahid
Titular

Prof. Dra. Daniele Meira Conde Marques
Titular

Prof. Dr. José Ferreira Costa
Suplente

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe, Gracilene Ribeiro e minhas irmãs Jessica Ribeiro e Jessiane Ribeiro, por sempre estarem presentes e me darem todo o apoio e força necessários para prosseguir e alcançar meus objetivos e por serem a principal motivação que me faz seguir em frente.

Ao meu namorado Luís Gustavo, por toda paciência, cuidado, compreensão, amor e carinho, além de não medir esforços para me ajudar e ser um companheiro de todas as horas.

Um agradecimento especial à minha dupla, Myllena Jorge, por dividirmos grandes momentos e confidências desde o início da graduação. Seu companheirismo é inestimável.

Sou grata a todas as amigas conquistadas no curso, em especial a Cibelly Ferreira, Lucas Daylor, Alan Araújo e Gabriel Cutrim por me incentivarem a acreditarem no meu potencial e por proporcionarem muitos momentos alegres, me dando a certeza de que eu não estava sozinha, e sim acompanhada das melhores pessoas possíveis durante curso e na vida.

Ao meu orientador Darlon Martins, pelos ensinamentos transmitidos, sua gentileza e por ser acessível e solícito, além de me guiar durante a concepção desse projeto. Suas orientações e conhecimento foram de grande importância.

A todos os funcionários da Universidade Federal do Maranhão, em especial ao corpo docente e técnico, além da equipe de serviços gerais do curso de Odontologia.

Por fim, agradeço à todas as pessoas com quem convivi ao longo desses anos de curso, que me incentivaram e que certamente tiveram impacto na minha formação acadêmica.

SUMÁRIO

1 REFERENCIAL TEÓRICO	5
2 ARTIGO CIENTÍFICO.....	9
Introdução	10
Metodologia	11
Resultados	13
Discussão	18
Conclusão.....	23
Referências.....	23
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
REFERÊNCIAS	27
ANEXO A – Normas da Revista Brazilian Journal of Health Review	31

1 REFERENCIAL TEÓRICO

A restauração de um dente tratado endodonticamente exige determinados cuidados, visto que geralmente trata-se de dentes fragilizados por conta da perda substancial de estrutura dentária. Em casos onde o uso do pino é necessário, a preservação tecidual e biocompatibilidade dos materiais com os dentes devem ser levados em consideração (DIETSHI, 2008; WEBBER et al., 2018; GORACCI; FERRARI, 2011).

Os pinos intrarradiculares são indicados em dentes que apresentem menos de 50% de estrutura dentária, pois a severa perda estrutural impossibilita a restauração de manter-se em posição. Por muito tempo, achava-se que os pinos reforçavam as raízes (QUINTAS et al., 2001), no entanto, sua função é reter o material restaurador. A localização do dente na arcada é um aspecto a ser considerado, pois a ação das forças mastigatórias em dentes posteriores é axial, enquanto dentes anteriores sofrem ação de forças oblíquas, aumentando a exigência de pinos para melhor distribuição das forças, evitando fraturas na raiz (BRU et al., 2013).

O núcleo metálico fundido foi altamente utilizado devido sua boa adaptação no canal radicular, resultando em uma menor película do agente cimentante, porém algumas características como possibilidade de corrosão (GEHRCKE et al., 2017), falta de adesividade às estruturas dentais, estética desfavorável e concentração de tensões na raiz (ZICARI et al., 2011) devido seu alto módulo de elasticidade têm motivado o seu desuso. Na busca por pinos que apresentassem propriedades semelhantes às da dentina, surgiram os pinos reforçados por fibra, como os pinos de fibra de carbono e os pinos de fibra de vidro (STEWARDSON, 2001).

Os de fibra de carbono possuem boas propriedades mecânicas, contudo, sua coloração acinzentada é um fator esteticamente desfavorável. Visando contornar esse problema, alguns fabricantes passaram a utilizar uma camada de mineral biocompatível de cor branca opaca, que disfarça o tom escuro (QUALTROUGH; MANNOCCI, 2003). Entretanto, o custo de um pino desse sistema é bem elevado comparado aos pinos de fibra de vidro que, por sua vez, propiciam estética favorável, além de possuírem boas propriedades mecânicas e biocompatibilidade com a dentina (LIU; DENG; WANG, 2010). Ambos possuem comportamento mecânico anisotrópico, pois estes se deformam de maneira diferente dependendo da direção das cargas as quais são submetidos (FERRARI et al., 2001).

Os pinos de fibra de vidro são constituídos de fibras embebidas em uma matriz resinosa, assim, apresentam natureza química compatível com os sistemas adesivos e cimentos resinosos (GORACCI; FARIA-E-SILVA et al., 2009; FERRARI, 2011). Para diminuir as chances de perda de retenção e melhorar a ligação dos pinos de fibra de vidro ao

cimento resinoso são propostos vários protocolos de condicionamento do pino empregando diferentes materiais e estratégias. Um dos tratamentos de superfície mais utilizado é a aplicação de silano como agente de união entre o pino e o cimento devido sua capacidade de interação tanto com a porção orgânica (monômeros dos cimentos resinosos) quanto com a porção inorgânica (fibras de vidro) (ZICARI et al., 2011; SARKIS-ONOFRE et al., 2014). No entanto, sua efetividade ainda é questionável, pois há pouca interação com a matriz resinosa do pino (ZICARI et al., 2011). Com isso, têm-se associado o uso do silano posterior à aplicação de outras substâncias como pré-tratamento de superfície. O peróxido de hidrogênio vem demonstrando resultados favoráveis devido sua eficiência e capacidade de remover seletivamente a matriz (MAZZITELLI et al., 2008), expondo as fibras para a silanização sem danificá-las (MENEZES et al., 2011; MENEZES et al., 2014).

O volume e disposição das fibras em cada pino variam de acordo com o fabricante. A influência da morfologia microestrutural em relação às propriedades como resistência e rigidez são questionadas. Alguns autores afirmam que quanto maior a quantidade de fibras, maior a resistência e a rigidez deste (FIGUEIREDO; MARTINS-FILHO; FARIA-E-SILVA, 2015), enquanto um estudo avaliando a relação entre propriedades flexurais e a micro morfologia dos pinos mostrou que não há interação entre estes dois fatores (NADIM; GOLDEN; GOODACRE, 2009).

A adesão é descrita como um fator crítico na longevidade das restaurações, estando diretamente relacionada à estabilidade na interface entre o pino/cimento resinoso e entre o cimento/dentina. Sua efetividade depende de fatores ligados ao tipo de cura do cimento, da capacidade de se difundir na superfície do pino e do terço do canal (ZICARI et al., 2011). Estudos mostram que o cimento autoadesivo deve ser preferencialmente utilizado, visto que exige menos passos, diminuindo as chances de falhas nos procedimentos clínicos, além de que sob influência da ciclagem térmica, mais monômeros podem ser convertidos, auxiliando na cura e possibilitando retenção friccional (MARCOS, 2016).

Uma adesividade menos adequada foi observada no terço apical (MARCOS, 2016; ZICARI et al., 2011) devido à dificuldade no controle de umidade e penetração da luz do fotopolimerizador, problemas no manuseio do agente cimentante, onde pode ocorrer formação de bolha de ar no ato de inserção do cimento e menor previsibilidade por se tratar de uma área confinada (GORACCI; FERRARI, 2018). Assim sendo, o cimento autoadesivo torna-se interessante, pois serve como um reforço na compensação das limitações existentes nas restaurações com retentores (GORACCI; FERRARI, 2011; ZICARI et al., 2011).

A resistência de união é um parâmetro que permite avaliar a qualidade da adesão da

restauração e sofre influência da espessura da camada de cimento, visto que há maior possibilidade de criação de bolhas e vazios em camadas espessas de cimento resinoso (MARCOS, 2016), interferindo na força de união e, conseqüentemente, no sucesso clínico do tratamento restaurador. Essas estruturas atuam como focos de acúmulo de tensões, comprometendo a integridade da interface de união. Melhores valores para a interface de união adesiva e menor índice de falha associados a camadas delgadas de cimento embasam a necessidade de buscar um padrão fino e uniforme da camada de cimento (BRU et al., 2013).

A adaptação do pino ao canal radicular e a forma do canal são elementos que modificam a espessura de cimento, visto que canais alargados exigirão maior espessura, principalmente se um pino com diâmetro incompatível estiver associado (BRU et al., 2013). Para solucionar a demanda de pinos que melhor se adaptassem ao canal radicular, diversos métodos foram desenvolvidos, pois a variedade de formas e amplitude dos canais radiculares muitas vezes excedem a geometria dos pinos pré-fabricados. A cimentação de pinos acessórios, a anatomização do pino com resina composta e a confecção de pinos obtidos por meio do escaneamento do conduto são exemplos de técnicas aplicadas no contexto clínico (FARIA-E-SILVA et al., 2009; QUINTAS et al., 2001).

A sensibilidade na interface de união adesiva dos pinos é um dos principais problemas enfrentados pelo cirurgião-dentista, visto que é um dos pontos mais críticos em restaurações com retentores intrarradiculares. A falta de adaptação dos pinos gera maiores possibilidades de falhas, pois o aumento da camada de cimento leva a uma maior tensão de polimerização na interface adesiva (BRU et al., 2013; BAKAUS et al., 2018). Como alternativa, o reembasamento do pino com resina composta é frequentemente utilizado para adequá-lo ao formato do canal radicular (BAKAUS et al., 2018).

Os pinos anatomizados possuem uma adaptação ao canal adequada, pois a modelagem com resina composta copia o espaço radicular. Conseqüentemente, uma menor espessura de cimento será observada, contribuindo positivamente na força de união. Contudo, uma desvantagem citada é que a maior quantidade de interfaces de união (LIU; DENG; WANG, 2010) provenientes dessa técnica pode prejudicar a longevidade devido ao aumento da possibilidade de falha adesiva.

A tecnologia CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing) é um conceito revolucionário na odontologia, pois expande as possibilidades restauradoras, agilizando o tratamento e oferecendo uma reabilitação excelente com tecnologia de ponta (FARBINDER, 2010; LIBONATI et al., 2020).

O sistema CEREC (computer-assisted CERamic REConstruction) foi o pioneiro em

termos de viabilidade comercial, dada sua menor complexidade e custo em comparação com sistemas anteriores (LIU, 2005). As etapas deste sistema consistem em: escaneamento, que irá gerar uma imagem tridimensional; anatomização, onde será definida uma peça com todos os requisitos anatômicos a partir da imagem obtida no escaneamento e passada para o computador; fresagem, etapa de confecção da restauração em um bloco do material elegido (MANTRI; BHASIN, 2010).

Existem três métodos que determinam a categoria do sistema CAD/CAM no que diz respeito à produção. O escaneamento *chairside* é quando o cirurgião-dentista realiza o escaneamento e confecção da peça no ambiente do consultório, concluindo o tratamento em sessão única. No sistema para laboratórios, o escaneamento é feito pelo próprio laboratório a partir do modelo de gesso ou moldagem do preparo e depois a restauração será confeccionada. Por fim, na terceirização do serviço para centros de fresagem, os modelos e dados coletados com o escaneamento são enviados para esses centros, que efetuarão as etapas restantes (LIU, 2005).

As restaurações são construídas por máquinas de fresagem, que confeccionam as peças a partir de blocos de diversos materiais (SPINA et al., 2017). Como exemplo, têm-se os compostos por cerâmica e resina. Sua aplicação nas restaurações indiretas deve-se às excelentes propriedades estéticas e mecânicas desses materiais, tais como durabilidade, estabilidade de cor, baixa abrasividade e boas propriedades flexurais (AWADA; MANTRI; BHASIN, 2010; NATHANSON, 2015). Aliado a isso, a efetividade do sistema de escaneamento em mapear e construir uma peça individualizada e a necessidade de ter um retentor intrarradicular bem ajustado (GARCIA et al., 2018) encorajou a adaptação dessa técnica para o contexto das restaurações com retenção. Os resultados de reabilitações por meio dessa nova técnica foram satisfatórios (LIBONATI et al., 2020; LIU; DENG; WANG, 2010), o que mostra a relevância de mais estudos nesse âmbito, visto que há pouco material de pesquisa até então (LIBONATI et al., 2020).

Os núcleos confeccionados pela tecnologia CAD/CAM apresentam como vantagens a diminuição da quantidade de interfaces e uma melhor adaptação (LIU; DENG; WANG, 2010). Ademais, trata-se de uma estrutura densa composta por partículas de cerâmica que possuem boas propriedades mecânicas, o que favoreceria a dissipação das forças mastigatórias. Entretanto, poucos estudos avaliaram o desempenho desses materiais, além de que o estudo de retentores personalizados com a tecnologia CAD/CAM é recente e necessita de mais pesquisa científica. Assim, esse o objetivo de realizar uma revisão da literatura, visando avaliar o desempenho desses pinos em relação à adesão na dentina radicular.

2 ARTIGO CIENTÍFICO

Adesão de pinos intrarradiculares confeccionados com resinas compostas através do sistema CAD/CAM: Revisão de literatura

Adhesion of intraradicular pins made with composite resins through the CAD/CAM system:
Literature review

Jessilene Ribeiro ROCHA^a, Darlon Martins LIMA^a

^aUFMA - Universidade Federal do Maranhão, Faculdade de Odontologia, São Luís, MA, Brasil

RESUMO

Introdução: tendo em vista as limitações das técnicas convencionais para confecção de retentores intrarradiculares, tais como a possibilidade de fraturas irreparáveis se tratando do uso de pinos metálicos, a falta de adaptação dos pinos pré-fabricados e a presença de mais interfaces adesivas nos pinos anatomizados com resina é que os pinos CAD/CAM surgem como uma alternativa viável na reabilitação de dentes com extensa destruição coronária. **Objetivo:** reunir informações sobre essa nova técnica e sua aplicabilidade. **Metodologia:** trata-se de uma revisão bibliográfica de caráter qualitativo em que se realizou a coleta de dados nas plataformas LILACS, BVS, SCIELO e PUBMED usando os descritores “Post and Core”, “Adhesiveness”, “Dental Pins” e “Computer-Aided Design”, sendo inclusos artigos em inglês, com recorte temporal de 2010 a 2021. **Resultados:** este estudo contou com 20 artigos como amostra e seus dados demonstram que o uso dessa tecnologia promoveu resultados satisfatórios, como a boa adaptabilidade, menor espessura da camada de cimento e boa resistência de união. **Conclusão:** com base na revisão realizada, pode-se afirmar que os pinos CAD/CAM são promissores como um método confiável para fabricação de retentores personalizados. No entanto, por se tratar de uma técnica recente, mais estudos clínicos devem ser feitos, analisando seu desempenho ao longo dos anos.

Palavras-chave: CAD/CAM. Pinos intrarradiculares. Adesão.

ABSTRACT

Introduction: in view of the limitations of conventional techniques for making intraradicular retainers, such as the possibility of irreparable fractures regarding the use of metal posts, the lack of adaptation of prefabricated posts and the presence of more adhesive interfaces in anatomized posts with resin is that the CAD/CAM posts appear as a viable alternative in the rehabilitation of teeth with extensive coronary destruction. **Objective:** gather information about this new technique and its applicability. **Methodology:** this is a qualitative bibliographic review in which data collection was carried out on the LILACS, BVS, SCIELO and PUBMED platforms using the descriptors “Post and Core”, “Adhesiveness”, “Dental Pins” and “Computer-Aided Design”, including articles in English, with a time frame from 2010 to 2021. **Results:** this study had 20 articles as a sample and its data demonstrates that the use of this technology promoted satisfactory results, such as good adaptability, less thickness of the cement layer and adequate bond strength. **Conclusion:** based on the review, it's possible to affirm that the CAD/CAM posts are promising as a reliable method for manufacturing custom retainers. However, as it is a recent technique, more clinical studies should be carried out, analyzing its performance over the years.

Keywords: CAD/CAM. Endodontic posts. Adhesion.

Introdução

A reabilitação de dentes tratados endodonticamente com extensa destruição coronária, seja por lesão cariosa, fratura ou acesso endodôntico excessivamente amplo requer a utilização de pinos intrarradiculares para retenção da restauração final.¹

Os pinos metálicos fundidos foram utilizados por muitos anos devido à sua boa adaptação no canal radicular, porém sua rigidez e alto módulo de elasticidade determinam acúmulo de tensões durante os esforços oclusais o que pode levar a fraturas catastróficas da raiz.^{2,3,4}

Assim, há uma preferência pela utilização de pinos feitos com materiais que apresentem propriedades biomecânicas similares às do dente.⁵ Os pinos de fibra de vidro cumprem esse papel, pois seu módulo de elasticidade é próximo ao da dentina, o que favorece a distribuição de tensão ao longo da raiz, diminuindo o risco de fratura radicular.^{6,7}

Diversos fatores devem ser levados em consideração para o sucesso clínico de restaurações com pino intrarradiculares. Dentre eles, a adesão é o mais crítico⁸ e sofre direta influência da espessura da camada de cimento. Estudos mostram que falhas ocorrem com maior frequência em camadas espessas de cimento, pois há maior possibilidade de formação de bolhas e espaços vazios, prejudicando a interface de união e, conseqüentemente, levando à falha.^{6,9}

Visto que os pinos de fibra de vidro são pré-fabricados, sua geometria muitas vezes não corresponde ao formato do canal, o que gera uma camada de cimento espessa, prejudicando a adesão. Como alternativa, foi desenvolvida a técnica de anatomização com resina composta, na qual o pino é modelado de acordo com a anatomia do canal radicular.^{6,10,11} No entanto, a maior quantidade de interfaces adesivas é descrita como um ponto crítico por diversos autores, pois o seu maior número poderia aumentar as chances de insucesso.^{8,12,13}

Dessa maneira, as restaurações com pino de fibra enfrentam desafios na retenção, visto que a principal falha associada a esse material é a descimentação,¹⁴ que pode ocorrer por conta da espessura de cimento⁹ e/ou dificuldade de união entre o pino e o cimento, descrita pela impossibilidade em se obter uma forte ligação entre as fibras do pino e o cimento resinoso, pois a estrutura dos pinos é formada por uma matriz altamente intrínseca¹¹, culminando em uma união insuficiente pela dificuldade de difusão do material em sua superfície.

Visando contornar as limitações em que as técnicas envolvendo os pinos de fibra de vidro encontram, estudos utilizando pinos confeccionados pela tecnologia CAD/CAM

(Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing) têm mostrado resultados satisfatórios, ao passo que o retentor composto por uma peça única reduz o número de interfaces envolvidas na restauração,¹³ além de favorecer a distribuição de estresse na raiz.⁶ O escaneamento do canal radicular torna possível a obtenção de um retentor que irá se adaptar de maneira precisa e adequada,¹³ proporcionando uma linha de cimento delgada.

As resinas CAD/CAM são utilizadas, principalmente, para confecção de restaurações indiretas. Existem várias marcas disponíveis para uso, dentre elas a Resina Lava™ Ultimate (3M ESPE) e a Resina Brava Block® (FGM). Essas resinas são constituídas por nanopartículas incorporadas em uma matriz orgânica altamente polimerizada¹⁵. Possuem maior resistência ao impacto e durabilidade do que resinas compostas convencionais devido à sua maior absorção de carga mastigatória.¹⁶ Elas têm propriedades biomecânicas similares às da dentina,¹¹ além da capacidade de obtenção de uma adaptação precisa tornando-os materiais, teoricamente, ideais para a fabricação de pino e núcleo personalizados.

Entretanto, o estudo de retentores personalizados com a tecnologia CAD/CAM é recente e necessita de mais pesquisa científica, portanto, poucos estudos avaliaram o desempenho dessa técnica. Nessa perspectiva, diante da escassez de pesquisas que reúnam e resumam o assunto, o presente trabalho tem como objetivo trazer um compilado de artigos, de forma sintetizada, que abordem a adesão de pinos intrarradiculares confeccionados com a tecnologia CAD/CAM, a fim de aprofundar os conhecimentos sobre esse tema.

Metodologia

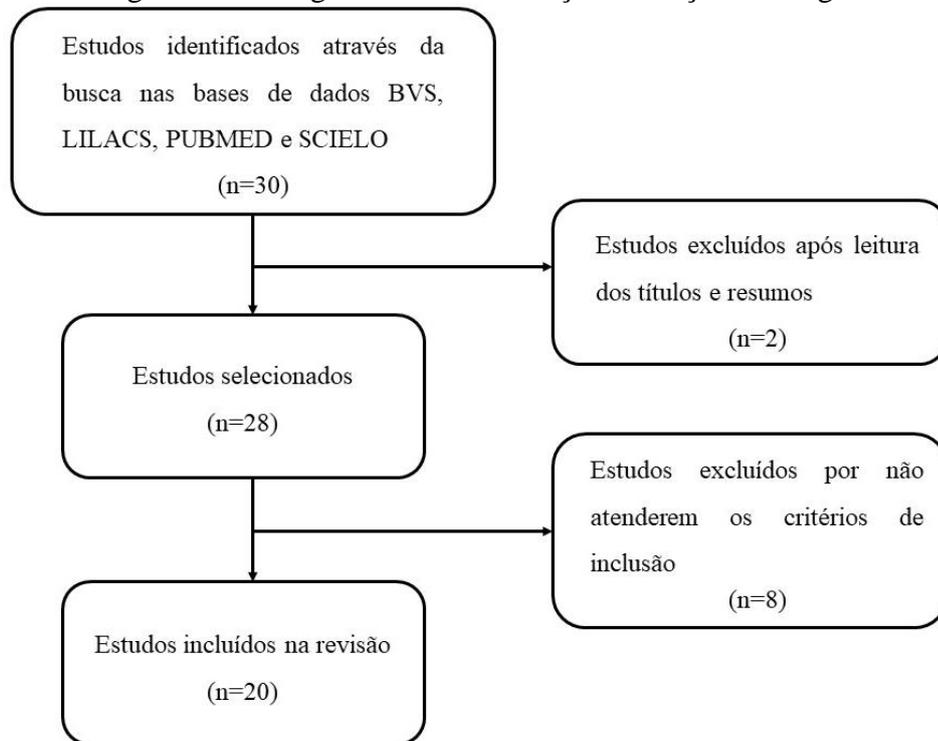
Este estudo consiste em uma pesquisa descritiva de caráter qualitativo. A busca dos estudos foi efetuada no período de janeiro a março de 2021. Realizou-se a coleta de dados nas bases de dados Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), National Library of Medicine (PUBMED) e Scientific Eletronic Library Online (SCIELO), utilizando os seguintes descritores: Post and Core, Adhesiveness, Dental Pins, Computer-Aided Design.

Definiu-se como critérios de inclusão: artigos em inglês, publicados entre os anos de 2010 a 2021 que apresentassem considerações sobre a adesão de pinos intrarradiculares confeccionados com a tecnologia CAD/CAM. Foram excluídas teses, capítulos de teses, relatórios técnicos ou artigos que não tinham metodologia bem estabelecida.

Com base no método de busca, identificou-se 30 estudos e após leitura do título e resumo foram excluídos 2 por não estarem em língua inglesa. Dos 28 artigos restantes, 5 foram excluídos por não estarem disponíveis na íntegra. Os demais artigos foram lidos na

íntegra para confirmação de sua elegibilidade. Destes, foram excluídos 3 e, então, selecionados 20 artigos como objeto de estudo por se encaixarem nos requisitos adotados (Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma de identificação e seleção de artigos



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Resultados

Tabela 1 - Identificação de artigos por meio de autor, ano, método, objetivo e resultados

AUTOR, ANO	MÉTODO E OBJETIVO	RESULTADOS
ALKHATRI; SALEH; KHEDER, 2019	Pesquisa experimental in vitro. Avaliar a resistência à fratura e os modos de falha em dentes restaurados com três diferentes retentores obtidos por meio da tecnologia CAD/CAM.	Os resultados não revelaram diferença significativa na resistência à fratura entre metal, zircônia e PICN (polymer-infiltrated ceramic network). Não houve diferença significativa nas fraturas favoráveis ou não favoráveis entre os grupos de estudo. Todas as amostras nos grupos de metal e zircônia exibiram uma fratura não favorável, enquanto no grupo PICN, sete amostras apresentaram uma fratura não favorável e três amostras exibiram uma fratura favorável representada por uma fratura do núcleo sem a fratura da raiz. Os pinos de metal não sofreram fratura, mas levaram à fratura radicular.
ANDRADE et al., 2019	Pesquisa quantitativa. Avaliar a distribuição de tensões em um incisivo central superior com diferentes pinos e núcleos feitos de seis materiais CAD/CAM, com diferentes módulos de elasticidade e na ausência de férula, usando a análise de elementos finitos.	Houve maior concentração de tensões na linha de cimentação entre coroa-núcleo em materiais com menor módulo de elasticidade. Em pinos mais rígidos, a concentração de tensões ocorreu na interface entre pino e dentina. Em materiais de módulo de elasticidade mais semelhantes à dentina, a distribuição ocorreu de forma mais homogênea no pino. A distribuição de tensões na dentina foi semelhante para todos os grupos.
BILGIN et al., 2015	Pesquisa experimental in vitro. Comparar a resistência à fratura em pinos de Co-Cr construídos por meio de 3 diferentes técnicas: fundição tradicional (TC), CAD/CAM (CCM) e sinterização direta à laser (DMLS).	A resistência à fratura foi maior nos pinos obtidos por meio da técnica CAD/CAM, seguido da DMLS (direct metal laser sintering). Já os de fundição tradicional apresentaram resultados significativamente mais baixos e semelhantes aos do grupo controle.
GARCIA et al., 2018	Pesquisa experimental in vitro. Avaliar a resistência de união de um pino e núcleo de fibra de vidro personalizado obtido por CAD/CAM após a aplicação de diferentes técnicas de tratamento de superfície.	Não houve diferença significativa nos valores de resistência de união entre os grupos, independentemente do tratamento de superfície. Houve diferença significativa nos valores de resistência de união para os diferentes terços radiculares, com o terço coronal mostrando maior valor, enquanto os terços médio e apical apresentaram valores menores e semelhantes entre si.

<p>EID et al., 2019a</p>	<p>Pesquisa experimental in vitro. Investigar o efeito da confecção de pinos personalizados e núcleos de compósito reforçado com fibra e blocos de polímero de alta densidade usando a tecnologia CAD/CAM na resistência de união à dentina do canal radicular em comparação com pinos de fibra pré-fabricados e avaliar a influência da ciclagem térmica na resistência de união por push-out dos materiais testados.</p>	<p>A força de união mais alta foi observada no grupo BLC (pinos CAD/CAM com compósito reforçado por fibra). Houve uma diferença estatisticamente significativa na força de união entre as diferentes partes da raiz nos grupos BLC, AMC (pino CAD/CAM com polímero de alta densidade) e BLP (pinos pré-fabricados com núcleo em resina composta), com os valores mais altos para a região coronal e mais baixos para o terço apical. Além disso, foi revelada uma diferença considerável na força de união entre o pino e núcleo fabricados com CAD/CAM quando comparados com os retentores intrarradiculares pré-fabricados, onde a força de união foi superior nos grupos CAD/CAM.</p> <p>Não houve diferença significativa na força de união na parte coronal da raiz entre grupos BLC e AMC (grupos CAD/CAM) e grupos BLP e RXP (grupos pré-fabricados), mas uma diferença significativa entre o grupo BLC versus os grupos BLP e RXP e grupo AMC versus grupos BLP e RXP.</p> <p>A força de união revelou ser significativamente maior no grupo AMC no terço coronal em comparação com o terço apical das raízes. No grupo BLC, a força de união foi maior na porção coronal em comparação com o terço médio, enquanto no grupo BLP, a força de ligação foi inferior no terço coronal em comparação com o terço apical. O grupo RXP apresentou valores mais baixos para força de união apicalmente, mas a diferença não foi estatisticamente significativa. A idade do dente não afetou significativamente a força de push-out.</p> <p>O tipo de falha mais frequente relatada foi a adesiva, ocorrendo principalmente entre o cimento e a dentina com a maior porcentagem observada no grupo BLP (80%). No grupo AMC, o tipo de falha adesiva mais alta foi entre o pino e o cimento, com uma frequência de 60%, seguida do tipo misto com frequência de 45%.</p>
<p>EID et al., 2019b</p>	<p>Pesquisa experimental in vitro. Avaliar o efeito da fricção e da adesão na resistência de união push-out de pinos e núcleos CAD/CAM reforçados com fibra (FRC) em comparação com pinos de fibra pré-fabricados.</p>	<p>A resistência de união push-out foi significativamente menor no grupo RXP (pinos pré-fabricados cimentados com cimento resinoso autoadesivo) em comparação ao CP (pinos CAD/CAM), enquanto não foram achadas diferenças significativas entre os outros grupos. A falha foi principalmente adesiva para o grupo CPL (pino CAD/CAM de compósito reforçado por fibra cimentado com cimento resinoso autoadesivo após lubrificação do canal) e RXP, já para o grupo CP (pinos CAD/CAM) as falhas foram tanto adesivas quanto mista.</p>

KALYONCUO ĞLU et al., 2015	Pesquisa experimental in vitro. Avaliar e comparar as resistências à fratura entre sistemas de pino e núcleo produzidos com diferentes técnicas de fabricação e materiais.	Os valores de resistência à fratura mais elevados foram encontrados no grupo ZR (pinos de peça única em zircônia obtidos por CAD/CAM), que mostrou diferenças significativas em relação a todos os outros grupos. Os menores valores de teste foram encontrados no grupo C (grupo controle, método tradicional de fundição). O Grupo LS (sinterização à laser), o grupo CM (pino de Co-Cr CAD/CAM) e o grupo C (controle) não mostraram quaisquer diferenças significativas.
LEE; SOHN; LEE, 2014	Pesquisa experimental in vitro. Descrever o desenvolvimento de um pino reforçado por fibra e núcleo em zircônia, usando a tecnologia CAD/CAM e apresentar uma opção estética para restaurações com coroas cerâmicas.	Esta técnica pode reduzir o número de fraturas irreversíveis em comparação com os pinos rígidos. Além disso, a produção de um retentor intrarradicular anatomicamente correto é mais fácil por meio da técnica CAD/CAM em relação às outras, garantindo melhor adaptação.
LIBONATTI et al., 2020	Relato de caso. Descrever uma reabilitação de um dente através da confecção de um retentor intrarradicular personalizado CAD/CAM obtido pelo escaneamento intraoral do conduto.	A técnica digital permite que o pino seja mais compatível com a anatomia do canal, melhorando a biomecânica do dente tratado endodonticamente e reduzindo a possibilidade de fraturas radiculares.
LIU; DENG; WANG, 2010	Relato de caso. Descrever um procedimento restaurador de um dente anterior com extensa destruição coronária utilizando um núcleo e pino de fibra de vidro de corpo único fabricado com o sistema CAD/CAM.	A utilização do pino CAD/CAM forneceu uma melhor adaptação no conduto e uma menor espessura da camada de cimento. Além disso, o pino CAD/CAM é mais espesso que os pré-fabricados, assim, espera-se que ele consiga suportar maiores cargas mastigatórias.
MOUSTAPHA et al., 2019	Pesquisa experimental in vitro. Avaliar a adaptação marginal e interna de pino e núcleo de fibra de vidro obtidos por diferentes métodos de escaneamento.	O grupo T (escaneamento direto do conduto) apresentou menor linha de cimento que os grupos S (impressão de silicone do conduto) e RP (scanner laboratorial para digitalizar indiretamente o padrão de resina), promovendo melhor adaptação no espaço preparado.
PANG et al., 2019	Pesquisa experimental in vitro. Avaliar as propriedades de resistência à fratura de incisivos superiores com canais alargados, restaurados com núcleo e pino de fibra de vidro confeccionados por meio da técnica CAD/CAM comparados com a técnica tradicional.	Não houve diferenças significativas na resistência à fratura entre o grupo A (CAD/CAM) e grupo C (metálico), entretanto, a resistência à fratura de ambos os grupos foi significativamente maior que no grupo B (PFV pré-fabricado). O índice de fraturas irreparáveis foi maior no grupo C.

<p>PERUCELLI et al., 2020</p>	<p>Pesquisa experimental in vitro. Analisar a adaptação de retentores intrarradiculares de resina composta CAD/CAM confeccionado através de um fluxo de trabalho de fabricação parcialmente digital e compará-lo com os retentores metálicos fundidos fabricados por métodos convencionais.</p>	<p>Os pinos convencionalmente fabricados pela técnica direta apresentaram menor volume de cimento que os grupos obtidos por CAD/CAM. O grupo de pinos obtidos pela técnica indireta apresentou menor volume de cimento que o grupo PDC (padrão de resina fabricado diretamente), mas sem diferença significativa em relação ao PIC (padrão de resina fabricado indiretamente) e PSC (impressões em polivinil siloxano). Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos CAD/CAM, independentemente do fluxo de trabalho. No terço apical da raiz, a modelagem convencional direta e indireta tiveram médias de espessura de cimento mais baixas do que PSC ou PDC. No terço médio, as modelagens convencionais apresentaram médias de espessura de cimento mais baixas do que PDC. No terço cervical, não foram observadas diferenças nas médias da espessura do cimento entre os grupos. O grupo PDC teve uma média de gap apical menor do que PSC, enquanto nenhuma diferença significativa foi encontrada para outras comparações de pares.</p>
<p>RAMOS JUNIOR et al., 2021</p>	<p>Revisão de literatura. Comparar os tratamentos restauradores que envolvem a utilização de pinos pré-fabricados e pinos confeccionados em CAD/CAM, através de uma revisão de literatura, com o intuito de enfatizar a relevância dessa nova técnica.</p>	<p>Os pinos obtidos por CAD/CAM apresentaram vantagens que superam as limitações das técnicas convencionais, como aumento na velocidade de restauração, melhor adaptação do retentor no conduto e menor espessura da linha de cimento.</p>
<p>RUSCHEL et al., 2018</p>	<p>Pesquisa experimental in vitro. Avaliar as propriedades flexurais (resistência e módulo), modo de falha, morfologia superficial e rugosidade de dois pinos de fibra de vidro CAD/CAM (fresados em diferentes angulações), em comparação com um pino de fibra de vidro pré-fabricado disponível comercialmente.</p>	<p>Os pinos pré-fabricados apresentaram maior rugosidade da superfície, enquanto os pinos CAD/CAM experimentais apresentaram os menores valores médios de rugosidade, sem diferenças estatísticas entre as diferentes direções de fresagem. A força flexural foi maior para o pino pré-fabricado e a menor resistência foi encontrada para o pino fresado vertical. O módulo de flexão também foi mais alto para o pino pré-fabricado, seguido pelo pino fresado vertical e o pino fresado em diagonal. Os pinos pré-fabricados mostraram deformação através da fratura tipo “galho verde”, com desprendimento das fibras e fibras fraturadas em diferentes alturas. Os pinos fresados diagonalmente apresentaram fraturas diagonais, com indicação de delaminação e uma rede de fibras de vidro multidirecionais, enquanto os fresados verticalmente apresentaram fraturas transversais em resposta à direção da orientação/distribuição da fibra de vidro na matriz de resina epóxi.</p>

SOARES et al., 2014	Pesquisa descritiva. Projetar um novo tipo de pino e núcleo feitos sob medida usando tecnologia CAD/CAM do sistema CEREC sem modelo de gesso ou padrão de cera.	As diferentes conformações dos canais exigem ajustes no software. As distâncias proximais e interoclusais para dentes adjacentes devem ser observadas para minimizar ajustes futuros na parte central da restauração do pino e do núcleo. A tecnologia CAD/CAM do sistema CEREC parece ser promissora como um método confiável para gerar o projeto de um pino e núcleo feitos sob medida, sem modelo de gesso ou padrão de cera. Pesquisas mais aprofundadas precisam ser feitas nessa área.
SPINA et al., 2017	Pesquisa experimental in vitro. Avaliar a resistência à fratura e a resistência de união por push-out de pino e núcleo CAD/CAM feitos sob medida com diferentes materiais estéticos.	Em relação ao tipo de material usado para obter os núcleos e pinos personalizados CAD/CAM, a resina composta nanocerâmica mostrou resistência à fratura significativamente maior que os outros dois grupos (cerâmica híbrida e resina epóxi reforçada por pino de vidro). O tipo mais frequente de falha após o teste de resistência à fratura foi o tipo 1 (não catastrófico e restaurável), que ocorreu em 90% dos espécimes dos grupos de cerâmica híbrida e fibra de vidro e em 60% dos espécimes no grupo das resinas compostas nanocerâmicas. Os materiais mostraram resultados similares na resistência de união com e sem a simulação de fadiga.
SPINA et al., 2018	Relato de caso. Descrever um método de confecção de um retentor intrarradicular personalizado CAD/CAM projetado através de uma impressão digitalizada de polivinil siloxano e fabricado a partir de um bloco de resina preenchido com nanopartículas / nanoclusters.	A utilização da tecnologia CAD/CAM com uma resina nanoparticulada proporcionou um retentor funcional e estético.
TSINTSADZE et al., 2018	Pesquisa experimental in vitro. O estudo avaliou a resistência push-out, a espessura da camada de cimento e a nanoinfiltração interfacial de pinos de fibra cimentados, fabricados com tecnologia CAD/CAM seguindo três técnicas diferentes de escaneamento: digitalização direta do espaço radicular (DS); digitalização de uma impressão de poliéter do espaço radicular (IS) e digitalização de um modelo de gesso do espaço radicular (MS).	Pinos fabricados por escaneamento direto obtiveram maior retenção, enquanto os obtidos pelas outras técnicas apresentaram resultados similares entre si. A camada de cimento foi maior no grupo MS do que nos grupos DS e IS, que por sua vez mostraram similaridades. Não houve diferenças significativas entre os grupos em relação à espessura no terço apical, assim como na nanoinfiltração.

TÜRKE; ÖZÇELİK; YILMAZ, 2015	Pesquisa experimental in vitro. Comparar a força de união e a resistência à fratura de diferentes sistemas de pinos.	Pinos metálicos apresentaram maior retenção, enquanto os de zircônia e IPN (Interpenetrating Polymer Network) exibiram menores resultados. A respeito da força de união, não houve diferença significativa entre pinos paralelos ou cônicos. Em relação à resistência à fratura, pinos IPN tiveram os menores resultados e a forma do pino não demonstrou diferenças significativas nesse quesito, exceto nos pinos de zircônia.
------------------------------------	--	--

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Discussão

Os pinos intrarradiculares são usados para retenção da restauração final de dentes tratados endodonticamente e com destruição coronária extensa. Para essa finalidade, estão disponíveis opções pré-fabricadas ou um núcleo metálico fundido obtido a partir da técnica de modelagem do conduto. A variedade na forma dos canais radiculares é um fator decisivo para a adaptação dos pinos, exigindo que estes sejam personalizados de acordo com a situação vista no paciente. Além disso, é preferível a utilização de materiais com propriedades mecânicas semelhantes à dentina.

Sabe-se que o sucesso do tratamento reabilitador com retentores intrarradiculares depende da preservação de tecido dentário, presença de férula e adesão. O material utilizado deve preferencialmente ter um módulo de elasticidade próximo ao da dentina, pois auxilia na distribuição de tensões e evita a ocorrência de falhas irreparáveis, como as fraturas radiculares catastróficas⁷. Ademais, a espessura da camada de cimento influencia na longevidade da restauração, pois uma camada espessa favorece a concentração de tensões, causada pela maior contração de polimerização e possibilidade de formação de bolhas e vazios. A adesão à dentina radicular é um desafio nesses procedimentos, já que há a dificuldade de alcance da luz de fotopolimerização em terços mais profundos, presença de umidade¹⁷ e a penetração do agente cimentante na superfície do retentor, que pode ser contornada com a preparação da superfície do pino, visando criar uma interface sólida e intrínseca.

Andrade et al.¹⁷ em um estudo onde testam diferentes materiais obtidos via CAD/CAM, com seus respectivos módulos de elasticidade na restauração de um incisivo central superior, verificaram que o módulo de elasticidade é inversamente proporcional à adesão, ou seja, quanto maior o módulo de elasticidade, menor será a adesão, promovendo acúmulo de tensões na interface entre pino e dentina. Logo, observou-se que as tensões se distribuíram de maneira mais homogênea nos retentores com material cujo módulo foi mais

próximo ao da dentina. Em uma pesquisa *in vitro*, Pang et al.¹⁸ constataram que pinos de fibra de vidro confeccionados por CAD/CAM apresentaram maior taxa de sucesso devido à sua melhor adaptação, módulo de elasticidade semelhante ao da dentina e maior resistência à fratura, quando utilizados em canais alargados. Em outras palavras, a associação da técnica CAD/CAM com um material cujas propriedades são similares às do tecido dentinário revela-se promissora no tratamento de canais alargados, que normalmente representam um empecilho para o uso de pinos pré-fabricados, cuja adaptação é comprometida.

A interface adesiva possui um papel crítico nas restaurações em que são necessários pinos intrarradiculares e está diretamente relacionada à retenção do pino no conduto. Deve-se buscar a integridade da união entre o pino, cimento e dentina, visto que esse conjunto influencia diretamente na resistência à fratura da raiz. Ademais, a resistência à fratura do retentor também é modificada pela resistência de união que, por sua vez, é comprometida se uma espessura elevada da camada de cimento for utilizada.^{16,17,18} Desse modo, busca-se aliar as propriedades dos materiais e as técnicas utilizadas para que a restauração tenha sucesso clínico.

Avaliando a performance de pinos CAD/CAM de distintos materiais (cerâmica híbrida Vita Enamic, resina composta nanocerâmica Lava Ultimate e uma resina experimental reforçada por fibra de vidro) em testes de resistência à fratura e força de união, Spina et al.¹⁶ verificaram que a resina nanocerâmica obteve os melhores resultados em relação à resistência a fratura, enquanto não foram encontradas distinções notáveis na força de união entre os objetos analisados. Seu bom desempenho pode ser explicado por seu módulo de elasticidade (13 GPa) próximo ao da dentina (18 GPa), além de sua composição conter grande carga de nanopartículas de material resinoso semelhante ao encontrado no cimento utilizado, favorecendo a distribuição de tensões. Alkhatri, Saleh e Kheder¹⁹ constataram que pinos metálicos, PICN (polymer-infiltrated ceramic network) e de zircônia obtidos por CAD/CAM não apresentaram diferenças no valor de resistência à fratura, mas que a diferença em seu módulo de elasticidade determinou a presença de fraturas irreparáveis na raiz. Isso reforça a importância da escolha do material com boas propriedades biomecânicas, favorecendo a dissipação de forças durante a função mastigatória e evitando a ocorrência de fraturas irreparáveis.

Avaliar a força de união é um parâmetro confiável para indicar a qualidade do tratamento e o comportamento dos materiais frente a forças que gerem deslocamentos. Assim, em um estudo analisando esse critério, Eid et al.²⁰ atestaram que a força de união se mostrou significativamente mais elevada nos pinos dos grupos CAD/CAM em relação aos pinos pré-

fabricados, demonstrando diferenças entre si na força de união nos diferentes terços, denotando que pinos customizados promovem melhor adaptação ao conduto e menor espessura da camada de cimento, tendo como consequência aumento na força de união. A principal falha observada foi a adesiva na interface entre pino e dentina, relatando como ponto mais crítico o terço apical. Isso ocorre devido à dificuldade de penetração da luz da fotopolimerização em regiões mais profundas, além da umidade da dentina, prejudicando a adesão.¹⁷

Em um estudo comparando a força de união entre pinos CAD/CAM e pinos pré-fabricados submetidos à ciclagem térmica, foi demonstrado que esta foi maior para os grupos CAD/CAM em comparação com os pré-fabricados, mas não houve diferença significativa entre os grupos CAD/CAM quando analisados entre si²¹. Tal fator deve-se à maior adaptação no conduto e espessura de cimento delgada, evitando, assim, a presença de vazios e bolhas, gerando uma camada mais uniforme.

A incorporação de recursos digitais na prática odontológica tem se mostrado satisfatória dentro do fluxo de trabalho no ambiente clínico. Em uma reabilitação de dente anterior utilizando um retentor de peça única em fibra de vidro confeccionado por CAD/CAM, Liu, Deng e Wang¹³ constataram sucesso no tratamento, com o retentor bem adaptado e baixa espessura de cimento. O retorno do paciente se deu após 8 meses sem quaisquer complicações, comprovando a eficiência na retenção e na resistência às cargas mastigatórias. Em outra aplicação clínica, verificou-se melhor adaptação devido à confecção de um pino anatômico via CAD/CAM, com menor espessura de cimento e, conseqüentemente, menor acúmulo de tensão.²²

Resultados promissores são expressivos em pesquisas *in vitro* sobre a utilização de tecnologias digitais na obtenção de retentores, que podem ser confeccionados após o escaneamento direto, ou seja, do conduto que receberá o retentor intrarradicular ou diante de um escaneamento indireto, onde escaneia-se um padrão do conduto modelado por determinado material.

Em relação ao fluxo de trabalho, dispor de uma rotina com mais etapas digitais possui diversas vantagens em relação ao passo a passo dos métodos tradicionais. Como uma alternativa ao método convencional de confecção de pino e núcleo CAD/CAM, que parte inicialmente da moldagem e obtenção de um modelo em gesso, seguida da construção de um padrão de cera e seu escaneamento, Soares et al.²³ propôs a criação um modelo tridimensional a partir do escaneamento do conduto modelado, eliminando a necessidade de modelo de gesso ou padrão de cera, evitando mais etapas e gerando um conjunto compatível com o paciente

em uma aplicação em consultório. De maneira similar, Spina et al.²⁴ mostraram em um relato de caso que a utilização da tecnologia CAD/CAM provou ser eficiente, permitindo maior precisão do retentor fabricado, ganho de tempo e custo-benefício, em uma reabilitação de um pré-molar onde foi feito o escaneamento da moldagem do conduto, dispensando as etapas presentes na técnica convencional. Perucelli et al.²⁵, em um estudo *in vitro* que comparou tratamentos feitos por meios convencionais de produção de retentores e métodos parcialmente digitais concluiu que, embora os pinos metálicos fundidos em Ni-Cr (Níquel Cromo) apresentassem uma adaptação sutilmente melhor que os confeccionados em CAD/CAM, o uso deste recurso reduz as etapas de trabalho e produz retentores dentro dos parâmetros clínicos aceitáveis.

O método de escaneamento influencia na obtenção de uma camada de cimento delgada e homogênea, conforme relatado por Moustapha et al.²⁶, em um estudo comparativo entre três métodos digitais para a confecção de pinos CAD/CAM, onde o escaneamento direto obteve melhor resultado em relação ao escaneamento de padrões obtidos pela modelagem do conduto, concluindo que um fluxo de trabalho inteiramente digital proporcionou uma linha de cimento mais delgada, enquanto os outros métodos trazem mais uma variável ao trabalho, podendo esta causar modificações, além de um maior tempo de trabalho, como demonstrado por Libonatti et al.²², que descreveu em um relato de caso de restauração em um dente tratado endodonticamente que o escaneamento direto promoveu um resultado mais preciso, diminuiu as etapas de trabalho, evitando mais passos que poderiam levar ao erro, além de produzir um retentor com dimensões mais adaptadas ao conduto escaneado e biomecanicamente favorável. Em concordância com o exposto acima, Tsintzadse et al.²⁷, em uma pesquisa *in vitro* sobre a influência da técnica de escaneamento na espessura de cimento e força de união de pinos fabricados via CAD/CAM em fibra de vidro, obteve como resultado maior retenção nos retentores confeccionados pela técnica direta, conseqüentemente, maior valor de força de união. A respeito da espessura da camada de cimento, as técnicas direta e indireta (escaneamento de impressão em poliéter) produziram resultados semelhantes, enquanto a camada foi significativamente mais espessa ao se produzir um retentor obtido pelo escaneamento de um modelo de gesso do conduto. O selamento marginal, contudo, foi semelhante para todos os grupos. Contudo, o uso da técnica de escaneamento direto requer maior habilidade e conhecimento do operador, pois existem fatores relacionados ao paciente que podem dificultar a técnica, como a umidade da cavidade oral, movimentos da língua e fluxo salivar.²⁸

Na literatura^{29,30,31,32,33} há relatos da aplicação de silano ou o uso de peróxido de hidrogênio seguido de silano, com o intuito de expor as fibras dos retentores e favorecer a penetração do adesivo, objetivando aumentar a força de união na interface pino e dentina. A respeito desse tratamento em pinos CAD/CAM, Garcia et al.³⁴, constataram que não houve diferença significativa na força de união entre grupos de pinos tratados somente com etanol 70%, com peróxido de hidrogênio 24% durante 1 minuto, etanol 70% + silano e peróxido de hidrogênio 24% + silano. Logo, ainda não há um protocolo de tratamento de superfície dos retentores intrarradiculares fabricados com a tecnologia CAD/CAM.

Os pinos CAD/CAM podem ser feitos com diversos materiais, sendo os blocos de fibra de vidro amplamente utilizados por possuírem boas características estéticas e biomecânicas. Esses materiais são formados por uma rede de fibras altamente intrínsecas, que dificultam a penetração do agente cimentante, prejudicando, assim, a adesão. Desse modo, uma maior rugosidade superficial permite maior infiltração do cimento no retentor, proporcionando uma interface adesiva adequada.

Em uma pesquisa que comparava a rugosidade entre pinos obtidos por CAD/CAM impressos em fibra de vidro de modo que a disposição de fibras fosse diagonal e vertical e a rugosidade de superfície em PFV pré-fabricados, Ruschel et al.³⁵ obtiveram como resultado maior superfície rugosa nos pinos pré-fabricados, o que pode ser explicado pela diferença de fabricação entre os pinos e os blocos destinados à impressão, visto que as fibras de vidro presentes nos pinos pré-fabricados possuíam maior diâmetro e estavam dispostas de maneira mais espaçadas entre si, em comparação com os blocos CAD/CAM.

Diante disso, é evidente que os pinos CAD/CAM reúnem bons aspectos das técnicas convencionais, como a adaptação de um núcleo metálico fundido e do módulo de elasticidade de materiais como a fibra de vidro presente nos pinos pré-fabricados amplamente utilizados nas restaurações que demandam retentores intrarradiculares. Assim, é possível aproveitar de maneira eficiente tais conceitos, obtendo um pino personalizado e preciso, visto que o escaneamento fornece um resultado satisfatório em termos de adaptação ao conduto, além da liberdade do material utilizado, dada a variedade de blocos para a confecção em CAD/CAM, contudo, priorizando os que se comportam de maneira semelhante à dentina frente as forças mastigatórias e outras ações na cavidade oral.

Os pinos CAD/CAM surgem como uma alternativa viável, pois a tecnologia de escaneamento possibilita que o retentor fabricado por meio dessa técnica siga a anatomia do conduto radicular de maneira mais precisa, além da possibilidade de fabricação de pinos em

diversos materiais. Por se tratar de uma técnica recente, mais estudos clínicos padronizados devem ser estimulados, assim como o acompanhamento ao longo dos anos.

Conclusão

Tendo em vista os aspectos mencionados, percebe-se que os recentes pinos introduzidos no mercado feitos com a tecnologia CAD/CAM parecem ser uma opção de tratamento eficaz para a retenção de restaurações em dentes com grande comprometimento coronário, pois além de proteger o remanescente dentário e a integridade da própria restauração por meio da distribuição uniforme dos esforços mastigatórios, eles possuem boa adaptabilidade, camada de cimento delgada e apenas uma interface adesiva, diminuindo a possibilidade de falhas.

Referências

1. Coelho CS, Biffi JCG, Silva GR, Abrahão A, Campos RE, Soares CJ. Finite element analysis of weakened roots restored with composite resin and posts. *Dent Mater J.* 2009;28(6), 671-678.
2. Figueiredo FED, Martins-Filho, PRS, Faria-e-Silva, AL. Do metal post-retained restorations result in more root fractures than fiber post-retained restorations? A systematic review and meta-analysis. *J Endod.* 2015;41(3), 309-316.
3. Faria-e-Silva AL, Pedrosa-Filho CDF, Menezes MDS, Silveira, DMD. Martins, LRM. Effect of relining on fiber post retention to root canal. *J Appl Oral Sci.* 2009;17(6), 600-604.
4. Silva GRD, Santos-Filho PCDF, Simamoto-Júnior PC, Martins LRM, Mota ASD, Soares, C. Effect of post type and restorative techniques on the strain and fracture resistance of flared incisor roots. *Braz Dent J.* 2011;22(3), 230-237.
5. Akkayan B, Gülmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. *J Prosthet Dent.* 2002;87(4), 431-437.
6. Marcos RMHC, Kinder G, Alfredo E, Quaranta T, Correr GM, Cunha LFD, Gonzaga, CC. Influence of the resin cement thickness on the push-out bond strength of glass fiber posts. *Braz Dent J.* 2016;27(5), 592-598.
7. Nakamura T, Ohyama T, Waki T, Kinuta S, Wakabayashi K, Mutobe Y, Yatani H. Stress analysis of endodontically treated anterior teeth restored with different types of post material. *Dent Mater J.* 2006;25(1), 145-150.
8. Le Bell AM, Lassila LV, Kangasniemi I, Vallittu PK. Bonding of fibre-reinforced composite post to root canal dentin. *J Dent.* 2005;33(7), 533-539.
9. Bru E, Forner L, Llena C, Almenar, A. Fibre post behaviour prediction factors. A review of the literature. *J Clin Exp Dent.* 2013;5(3), e150.

10. Bakaus TE, Gruber YL, Reis A, Gomes OMM., Gomes, GM. Bond strength values of fiberglass post to flared root canals reinforced with different materials. *Braz Oral Res.* 2018;32 (13).
11. Poskus LT, Sgura R, Paragó FEM, Silva EM, Guimarães JGA. Influence of post pattern and resin cement curing mode on the retention of glass fibre posts. *Int Endod J.* 2010;43(4), 306-311.
12. Goracci C, Tavares AU, Fabianelli, A, Monticelli, F, Raffaelli, O, Cardoso, PC, Ferrari, M. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci.* 2004;112(4), 353-361.
13. Liu P, Deng XL, Wang XZ. Use of a CAD/CAM-fabricated glass fiber post and core to restore fractured anterior teeth: A clinical report. *J Prosthet Dent.* 2010;103(6), 330-333.
14. Rasimick BJ, Wan J, Musikant BL, Deutsch, AS. A review of failure modes in teeth restored with adhesively luted endodontic dowels. *J Prosthodont.* 2010;19(8), 639-646.
15. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NR, Bonfante EA. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int Endod J.* 2015;28(3).
16. Spina DRF, Costa RG, Farias IC, Cunha LG. CAD/CAM post-and-core using different esthetic materials: Fracture resistance and bond strengths. *Am J Dent* 2017: Fracture resistance and bond strengths. *Am J Dent.* 2017;30(6).
17. Andrade GS, Tribst JPM, Piva, AMOD, Bottino M, Borges ALS, Valandro LF, Özcan, M. A study on stress distribution to cement layer and root dentin for post and cores made of CAD/CAM materials with different elasticity modulus in the absence of ferrule. *J Clin Exp Dent.* 2019;11(1).
18. Pang J, Feng C, Zhu X, Liu B, Deng T, Gao Y, Ke J. Fracture behaviors of maxillary central incisors with flared root canals restored with CAD/CAM integrated glass fiber post-and-core. *Dent Mater J.* 2019;38(1), 114-119.
19. Akkayan B, Gülmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. *J Prosthet Dent.* 2002; 87(4), 431-437.
20. Eid RY, Koken S, Baba, N, Ounsi H, Ferrari M, Salameh, Z. 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.* 2019b;28(8), 898-905.
21. Eid R, Azzam K, Skienhe H, Ounsi H, Ferrari M, Salameh. Influence of Adaptation and Adhesion on the Retention of Computer-aided Design/Computer-aided Manufacturing Glass Fiber Posts to Root Canal. *J Contemp Dent Pract.* 2019;20(9), 1004.
22. Libonati A, Di Taranto V, Gallusi G, Montemurro E, Campanella, V. CAD/CAM customized glass fiber post and core with digital intraoral impression: a case report. *Clin Cosmet Investig.* 2020;12, 17-24.

23. Soares LP, Souza PG, Garcia C, Barino B. Designing a custom-made post and core using CAD/CAM technology's CEREC system. *CJRDP*. 2014;7(3).
24. Spina DRF, Costa RG, Correr GM, Rached RN. Scanning of root canal impression for the fabrication of a resin CAD-CAM-customized post-and-core. *J Prosthet Dent*. 2018;120(2), 242-245.
25. Perucelli F, Costa RG, Souza EM, Rached RN. Effect of half-digital workflows on the adaptation of customized CAD-CAM composite post-and-cores. *J Prosthet Dent*. 2020.
26. Moustapha G, AlShwaimi E, Silwadi M, Ounsi H, Ferrari M, Salameh Z. Marginal and internal fit of CAD/CAM fiber post and cores. *Int J Comput Dent*. 2019;22, 45-53.
27. Tsintsadze N, Juloski J, Carrabba M, Goracci C, Vichi A, Grandini S, Ferrari M. Effects of scanning technique on in vitro performance of CAD/CAM-fabricated fiber posts. *J Oral Sci*. 2018;60(2), 262-268.
28. Ramos Júnior SR, Felizardo KR, Guinaldo RD, Berger SB, Ramos NBP, Assis ACM, Lopes MB. CAD-CAM endodontic posts: literature review. *Res Soc Dev*, 2021;10(1).
29. Mazzitelli C, Ferrari M, Toledano M, Osorio E, Monticelli F, Osorio R. Surface roughness analysis of fiber post conditioning processes. *J Dent Res*. 2008;87(2), 186-190.
30. Menezes MS, Queiroz EC, Soares PV, Faria-e-Silva AL, Soares CJ, Martins LRM. Fiber post etching with hydrogen peroxide: effect of concentration and application time. *J Endod*. 2011;37(3), 398-402.
31. Menezes MDS, Faria-e-Silva AL, Silva FP, Reis GRD., Soares CJ, Stape TH, Martins LRM. Etching a fiber post surface with high-concentration bleaching agents. *Oper Dent*. 2014; 39(1), 16-21.
32. Zicari F, Munck J, Scotti R, Naert I, Meerbeek, VB. Factors affecting the cement–post interface. *Dent Mater J*. 2012;28(3), 287-297.
33. Sarkis-Onofre R, Skupien JA, Cenci MS, Moraes RR, Pereira-Cenci T. The role of resin cement on bond strength of glass-fiber posts luted into root canals: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Oper Dent*. 2014;39(1), E31-E44.
34. Garcia PP, Costa RG, Garcia AV, Gonzaga CC, Cunha LF, Rezende CEE, Correr GM. Effect of surface treatments on the bond strength of CAD/CAM fiberglass posts. *J Clin Exp Dent*. 2018;10(6), e591.
35. Ruschel GH, Gomes ÉA, Silva-Sousa YT, Pinelli RGP, Sousa-Neto MD, Pereira GKR, Spazzin AO. Mechanical properties and superficial characterization of a milled CAD-CAM glass fiber post. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2018;82, 187-192.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos, a tecnologia CAD/CAM tem ganhado mais espaço na prática odontológica e a confecção de pinos intrarradiculares utilizando esse método surgiu a partir da necessidade de melhorar sua adaptação no canal radicular, diminuindo as chances de falhas. Como o cirurgião-dentista precisa ter sua prática clínica embasada por conhecimentos científicos e não há estudos que reúnam informações sobre essa nova tecnologia, esse trabalho objetivou buscar e compilar informações achadas na literatura sobre seu comportamento, principalmente relacionado à adesão do pino na dentina radicular.

O uso de pinos CAD/CAM nas restaurações de dentes endodonticamente tratados e com extensa destruição coronária tem sido pesquisado e encorajado e a literatura mostra bons resultados dessa técnica, quando comparada com as convencionais.

Como limitações da pesquisa, deve-se considerar que, por se tratar de uma técnica recente, poucos estudos sobre o uso de pinos CAD/CAM estavam disponíveis na literatura. Embora apresente diversas vantagens em comparação com os métodos convencionais, sugere-se que mais estudos sejam realizados para atestar sua eficiência clínica, avaliando o seu prognóstico.

REFERÊNCIAS

- AKKAYAN, B., GÜLMEZ, T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 87, n. 4, p. 431-432, abr. 2002.
- ALKHATRI, R.; SALEH, A.; KHEDER, W. Evaluating Fracture Resistance and Failure Modes of Root Filled Teeth Restored With CAD/CAM-Fabricated Post and Core. **Clinical, cosmetic and investigational dentistry**, v. 11, p. 349, 2019.
- ANDRADE, G. et al. A study on stress distribution to cement layer and root dentin for post and cores made of CAD/CAM materials with different elasticity modulus in the absence of ferrule. **Journal of clinical and experimental dentistry**, v. 11, n. 1, p. e1, 2019.
- AWADA, A.; NATHANSON, D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, 2015.
- BAKAUS, T. et al. Bond strength values of fiberglass post to flared root canals reinforced with different materials. **Brazilian Oral Research Oral**, v. 32, n. 13, 2018.
- BILGIN, M. et al. Comparison of fracture resistance between cast, CAD/CAM milling, and direct metal laser sintering metal post systems. **Journal of prosthodontic research**, v. 60, n. 1, p. 23-28, 2016.
- BRU, E. et al. Fibre post behaviour prediction factors. A review of the literature. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, v. 5, n. 3, p. e150, 2013.
- COELHO, C. et al. Finite element analysis of weakened roots restored with composite resin and posts. **Dental Materials Journal**, v. 28, n. 6, p. 671-678, 2009.
- DIETSCHI, D. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: A systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). **Quintessence International**, v. 39, n. 2, p. 117-129, fev., 2008.
- EID, R. et al. Influence of Adaptation and Adhesion on the Retention of Computer-aided Design/Computer-aided Manufacturing Glass Fiber Posts to Root Canal. **The journal of contemporary dental practice**, v. 20, n. 9, p. 1004, 2019a.
- EID, R. 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. **Journal of Prosthodontics**, v. 28, n. 8, p. 898-905, 2019b.
- FARIA, A. et al. Endodontically treated teeth: Characteristics and considerations to restore them. **Journal of Prosthodontic Research**, v. 55, p. 69-74, abr., 2011.
- FARIA-E-SILVA, A. et al. Effect of relining on fiber post retention to root canal. **Journal of Applied Oral Science**, v. 17, n. 6, p. 600-604, 2009.
- FASBINDER, D. The CEREC system: 25 years of chairside CAD/CAM dentistry. **Journal of the American Dental Association**, v. 141, jun., 2010.

- FERRARI, M. et al. Efficacy of a self-curing adhesive-resin cement system on luting glass-fiber posts into root canals: an SEM investigation. **The International Journal of Prosthodontics**, v. 14, n. 6, nov./dez., 2001.
- FIGUEIREDO, F.; MARTINS-FILHO, P.; FARIA-E-SILVA, A. Do Metal Post-retained Restorations Result in More Root Fractures than Fiber Post-retained Restorations? A Systematic Review and Meta-analysis. **Journal of Endodontics**, v. 41, n. 3, p. 309-316, 2015.
- GARCIA, P. et al. Effect of surface treatments on the bond strength of CAD/CAM fiberglass posts. **Journal of clinical and experimental dentistry**, v. 10, n. 6, p. 591-597, 2018.
- GEHRCKE, V. et al. Fracture Strength of Flared Root Canals Restored with Different Post Systems. **European Endodontic Journal**, v. 24, n. 2, 2017.
- GORACCI, C. et al. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. **European Journal of Oral Sciences**, v. 39, p. 353-361, 2004.
- GORACCI, C.; FERRARI, M. Current perspectives on post systems: a literature review. **Australian Dental Journal**, v. 56, n. 1, p. 77-83, 2011.
- GRACIS, S. et al. A New Classification System for All-Ceramic and Ceramic-like Restorative Materials. **The International journal of prosthodontics**, v. 28, n. 03, maio, 2015.
- KALYONCUOĞLU, E. et al. Effect of 1-piece post and core fabrication techniques on fracture strength. **Journal of applied biomaterials & functional materials**, v. 13, n. 3, p. 253-258, 2015.
- LE BELL, A. et al. Bonding of fibre-reinforced composite post to root canal dentin. **Journal of Dentistry**, v. 33, p. 533-539, 2005.
- LEE, J.; SOHN, D.; LEE, C. Fabricating a fiber-reinforced post and zirconia core with CAD/CAM technology. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 112, n. 3, p. 683-685, 2014.
- LIBONATI, A. et al. CAD/CAM Customized Glass Fiber Post and Core with Digital Intraoral Impression: A Case Report. **Dove Medical Press**, v. 12, p. 17-24, 2020.
- LIU, P. Panorama of Dental CAD/CAM Restorative Systems. **Compend Contin Educ Dentv**, v. 26, n. 7, 2005.
- LIU, P.; DENG, X.; WANG, X. Use of a CAD/CAM-fabricated glass fiber post and core to restore fractured anterior teeth: A clinical report. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 103, n. 6, p. 330-333, 2010.
- MANTRI, S.; BHASIN, A. CAD/CAM in Dental Restorations: An Overview. **Annals and Essences of Dentistry**, v. 2, n. 3, jul./set., 2010.
- MARCOS, R. Influence of the Resin Cement Thickness on the Push-Out Bond Strength of Glass Fiber Posts. **Brazilian Dental Journal**, v. 27, n. 5, p. 592-598, 2016.

MAZZITELLI, C. et al. Surface Roughness Analysis of Fiber Post Conditioning Processes. **Journal of Dental Research**, v. 87, n. 2, p. 186-190, 2008.

MENEZES, M. et al. Etching a Fiber Post Surface with High-concentration Bleaching Agents. **Operative Dentistry**, v. 39, n. 1, p. 16-21, 2014.

MENEZES, M. et al. Fiber Post Etching with Hydrogen Peroxide: Effect of Concentration and Application Time. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 3, mar., 2011.

MOUSTAPHA, G. et al. Marginal and internal fit of CAD/CAM fiber post and cores. **International Journal of Computerized Dentistry**, v. 22, n. 1, p. 45-53, 2019.

NADIM, Z.; GOLDEN, G.; GOODACRE, C. Nonmetallic Prefabricated Dowels: A Review of Compositions, Properties, Laboratory, and Clinical Test Results. **Journal of Prosthodontics**, v. 18, n. 6, p. 527–536, 2009.

NAKAMURA, T. et al. Stress Analysis of Endodontically Treated Anterior Teeth Restored with Different Types of Post Material. **Dental Materials Journal**, v. 51, p.145-150, 2006.

PANG, J. 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**, v. 38, n. 1, p. 114-119, 2019.

PERUCELLI, F. et al. Effect of half-digital workflows on the adaptation of customized CAD-CAM composite post-and-cores. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, 2020.

POSKUS, L. et al. Influence of post pattern and resin cement curing mode on the retention of glass fibre posts. **International Endodontic Journal**, v. 43, n. 4, p. 306-311, 2010.

QUALTROUGH, A.; MANNOCCI, F. Tooth-colored post systems: a review. **Operative Dentistry**, v. 28, n. 1, p. 86-91, 2003.

QUINTAS, A. et al. Effect of the surface treatment of plain carbon fiber posts on the retention of the composite core: an in vitro evaluation. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 64-69, jan./mar., 2001.

RAMOS JÚNIOR, S. et al. CAD-CAM endodontic posts: literature review. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, 2021.

RASIMICK, B. et al. A Review of Failure Modes in Teeth Restored with Adhesively Luted Endodontic Dowels. **Journal of Prosthodontics**, v.19, p. 639-646, 2010.

RUSCHEL, G. et al. Mechanical properties and superficial characterization of a milled CAD-CAM glass fiber post. **Journal of the mechanical behavior of biomedical materials**, v. 82, p. 187-192, 2018.

SARKIS-ONOFRE, R. et al. The Role of Resin Cement on Bond Strength of Glass-fiber Posts Luted Into Root Canals: A Systematic Review and and meta-analysis of in vitro studies. **Operative Dentistry**, v.39, n.1, p.31-44, jan./fev., 2014.

- SILVA, G. et al. Effect of Post Type and Restorative Techniques on the Strain and Fracture Resistance of Flared Incisor Roots. **Brazilian Dental Journal**, v. 22, n. 3, p. 230-237, 2011.
- SOARES, L. et al. Designing a custom-made post and core using CAD/CAM technology's CEREC system. **Canadian Journal of Restorative Dentistry & Prosthodontics**, v. 7, n. 3, 2014.
- SPINA, D. et al. CAD/CAM post-and-core using different esthetic materials: Fracture resistance and bond strengths. **American journal of dentistry**, v. 30, n. 6, dez., 2017.
- SPINA, D. et al. Scanning of root canal impression for the fabrication of a resin CAD-CAM-customized post-and-core. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 120, n. 2, p. 242-245, 2018.
- STEWARTSON, D. Non-metal post systems. **Dental Update**, v. 28, p. 326-32, 2001
- TSINTSADZE, N. et al. Influence of different scanning techniques on in vitro performance of CAD-CAM-fabricated fiber posts. **Journal of Oral Science**, v. 60, n. 2. p. 262-268, 2018.
- TÜRKER, S.; ÖZÇELİK, B.; YILMAZ, Z. Evaluation of the bond strength and fracture resistance of different post systems. **The Journal of Contemporary Dental Practice**, 2015.
- WEBBER, M. et al. Oval Versus Circular-Shaped Root Canals: Bond Strength Reached with Varying Post Techniques. **Brazilian Dental Journal**, v. 29, n. 4, p.335-334, 2018.
- ZICARI, F. et al. Factors affecting the cement–post interface. **Dental materials**, v. 28, p.287-297, dez., 2011.

ANEXO A – Normas da Revista Brazilian Journal of Health Review

Author Guidelines

BJHR accepts only original articles, not published in other journals. We accept articles presented at events, provided that this information is made available by the authors.

The standards for formatting and preparation of originals are:

- Maximum of 20 pages;
- Times New Roman font size 12, line spacing 1.5;
- Figures and Tables should appear together with the text, editable, in font 10, both for the content and for the title (which should come just above the graphic elements) and font (which should come just below the graphic element).
- Title in Portuguese and English, at the beginning of the file, with source 14;
- Abstract, along with keywords, with simple spacing, just below the title;
- The submitted file should not contain the identification of the authors.

Upon receipt of the originals, the editor makes a prior review of content adequacy and verification of plagiarism and sends, within one week after receipt, for the analysis of at least two external reviewers, who can: accept the paper, accept with modifications, requires modifications and requests a new version for correction or refusal of the article.

This journal adopts as editorial policy the guidelines of good practices of scientific publication of the National Association of Research and Post-Graduation in Administration (ANPAD), available at: http://www.anpad.org.br/diversos/boas_praticas.pdf.

Publication fee:

- This journal does not charge a submission fee;
- This paper charges the publication of articles, in the amount of R\$ 490.00 per paper to be published.

Submission Preparation Checklist

As part of the submission process, authors are required to check off their submission's compliance with all of the following items, and submissions may be returned to authors that do not adhere to these guidelines.

Privacy Statement

- The content of the papers is the sole responsibility of the authors.
- It is allowed the total or partial reproduction of the content of the papers, provided the source is mentioned.
- Papers with plagiarism will be rejected, and the author of the plagiarism will lose the right to publish in this journal.

- The names and addresses informed in this journal will be used exclusively for the services provided by this publication and are not available for other purposes or to third parties.
- As soon as you submit the papers, the authors give the copyright of your papers to BJHR.
- If you regret the submission, the author has the right to ask BJHR not to publish your paper.
- However, this request must occur within two months before the release of the number that the paper will be published.
- BJHR uses the Creative Commons CC BY license. Information about this license can be found at: <https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/br/>