



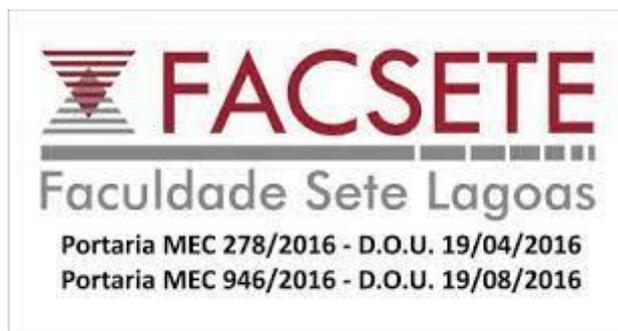
FACULDADE SETE LAGOAS - FACSETE

Rafaela Sona Fernandes

**IMPLANTES ANÁLOGOS DE RAIZ E O FUTURO DA IMPLANTODONTIA.  
Uma revisão bibliográfica**

**Campo Grande  
2021**





Rafaela Sona Fernandes

## **IMPLANTES ANÁLOGOS DE RAIZ E O FUTURO DA IMPLANTODONTIA.**

**Uma revisão bibliográfica**

Monografia apresentada ao curso de Especialização Lato Sensu da Faculdade Sete Lagoas - FACSETE, como requisito parcial para conclusão do Curso de Implantodontia.

Orientador: Prof. Luiz Claudio de Oliveira Rocha

Coorientadora: Prof. Dra. Valéria Rodrigues de Lacerda

Área Concentração: Implantodontia



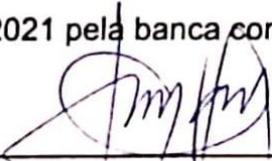
Rafaela Sona Fernandes

**IMPLANTES ANÁLOGOS DE RAIZ E O FUTURO DA IMPLANTODONTIA.**  
**Uma revisão bibliográfica**

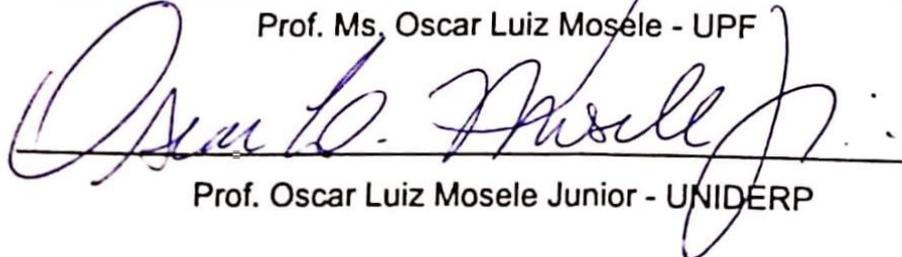
Monografia apresentada ao curso de Especialização Lato Sensu da Faculdade Sete Lagoas - FACSETE, como requisito parcial para conclusão do Curso de Implantodontia.

Área Concentração: Implantodontia

Aprovada em 13/08/2021 pela banca constituída dos seguintes professores:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Luiz Claudio de Oliveira Rocha - UFMS

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Ms. Oscar Luiz Mosele - UPF

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Oscar Luiz Mosele Junior - UNIDERP

Campo Grande 13 de agosto 2021



*A minha mãe, que é meu exemplo, incentivo e inspiração.*



## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por me dar saúde e forças para concluir esta tarefa.

Aos meus pais que são minha base e minha motivação para superar todas as adversidades.

Ao meu irmão que mesmo de longe torce por mim em cada conquista.

A minha família pelo carinho, amor e apoio durante toda minha vida.

Ao meu orientador Prof. Luiz Claudio de Oliveira Rocha pelo suporte, correções e incentivos durante todo este percurso.

Ao corpo docente desta instituição por todos os conselhos, pela ajuda e pela paciência com a qual guiaram o meu aprendizado.

Em especial o Dr. Oscar Luiz Mosele que desempenhou tal função com dedicação e amizade.

Aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado ao longo de todo o período de tempo em que me dediquei a este trabalho.

Por fim sou grata a todos que de alguma forma, colaboraram para a realização deste trabalho.



## RESUMO

A implantodontia evoluiu muito nos últimos 50 anos, mas um grande problema permanece: a incongruência dos implantes convencionais com o alvéolo dentário recém extraído. Isso prejudica a estabilidade primária, podendo inviabilizar a osseointegração. Para solucionar este problema surgiram os implantes análogos de raiz (RAIs) que copiam a anatomia original do dente, encaixando-se quase que perfeitamente ao alvéolo. Assim como com qualquer inovação, questionamentos surgem. Como os RAIs são produzidos? Qual a técnica de instalação? Quais suas vantagens e desvantagens? Estamos diante de uma nova fase na implantodontia? Esta revisão bibliográfica busca esclarecer estas e outras dúvidas. Apesar de existirem desde 1969, os RAIs passaram por anos de aperfeiçoamento com relação ao material, método de produção e morfologia de superfície e hoje utilizam tecnologia de ponta como tomografia computadorizada, Cad-cam e impressoras 3D para sua produção. Inúmeros estudos demonstraram que a osseointegração dos RAIs a curto prazo é compatível aos implantes convencionais. Também é considerado um método rápido, de baixa complexidade, seguro e barato. Entretanto eles apresentam algumas limitações como impossibilidade de implantação tardia e ausência de pesquisas a longo prazo. Concluímos assim que os implantes análogos de raiz apresentam previsibilidade de sucesso a curto prazo e agregarão ao futuro da implantodontia, porém não substituirão por completo os implantes convencionais e necessitam de mais estudos a longo prazo para serem amplamente recomendados.

Palavras chave: implante dentário; CAD-CAM; carga imediata em implante dentário; implante customizado; análogo de raiz.



## ABSTRACT

Implantology has evolved a lot in the last 50 years, but a major issue remains: the incompatibility of conventional implants with fresh extraction socket. This impairs primary stability, and may preclude osseointegration. To solve this problem, root analogue implants (RAIs) emerged. They copy the original anatomy of the tooth, fitting almost perfectly to the alveolar socket. As with any innovation, questions arise. How are RAIs produced? What is the installation technique? What are its advantages and disadvantages? Are we facing a new phase in implantology? This bibliographic review seeks to clarify these and other doubts. Although they have existed since 1969, RAIs have gone through years of improvement with regard to material, production method and surface morphology and today use cutting-edge technology such as computed tomography, Cad-cam and 3D printers for their production. Numerous studies have shown that short-term RAI osseointegration is compatible with conventional implants. It is also considered a fast, low-complexity, safe and inexpensive method. However, they have some limitations, such as the impossibility of late implantation and the lack of long-term research. We conclude that root analogue implants have predictability of success in the short term and will add to the future of implantology, but will not completely replace conventional implants and need further studies in the long term to be widely recommended.

Keywords: dental implant; CAD-CAM; immediate dental implant loading; custom-made implant; root analogue.



## **LISTA DE FIGURAS**

- FIGURA 1 – Caso clínico de implante análogo de raiz em dente multirradicular .... 24
- FIGURA 2 – Comparação do implante convencional ao implante análogo de raiz . 28



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	19
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	21
3	DISCUSSÃO .....	28
4	CONCLUSÃO .....	33
	REFERÊNCIAS .....	34



## 1 INTRODUÇÃO

A Implantodontia é uma ciência complexa que envolve e permeia quase todas as áreas da Odontologia. Apesar de evidências dos primeiros implantes dentários datarem dos anos 600 a.C., a Implantodontia como conhecemos hoje surgiu na década de 60 com o descobrimento da osseointegração por P. I. Brånemark. Ele definiu este conceito como sendo a estabilidade estrutural e funcional do implante dentário no tecido ósseo adjacente (BRÅNEMARK *et al.*, 1977; MANGANO *et al.*, 2014; BUSER; SENNERBY; DE BRUYN, 2017; ROEHLING *et al.*, 2019).

O protocolo de Brånemark inicialmente utilizava múltiplos implantes de titânio rosqueáveis para reabilitar mandíbulas edêntulas. Com o tempo este implante passou a ser utilizado também em casos unitários e na maxila. Apresentando uma taxa de sucesso de mais de 90% em 10 anos ele foi amplamente difundido e é até hoje a principal escolha da classe (BRANEMARK *et al.*, 1969; TELLEMAN; MEIJER; RAGHOEBAR, 2006).

Entretanto, a evolução não parou por aí. Pesquisas mostraram que após a extração dentária o osso alveolar sofre um processo de reabsorção, diminuindo a possibilidade de fixação dos implantes. Para evitar isso, surgiu a implantação imediata, que é realizada no mesmo ato cirúrgico da extração. Ela reduz o número de intervenções cirúrgicas, a necessidade de regeneração periodontal, o tempo e custo do tratamento e aumenta a satisfação e qualidade de vida do paciente (PIRKER; KOCHER, 2008; REGISH; SHARMA; PRITHVIRAJ, 2013; FIGLIUZZI *et al.*, 2016; PATANKAR *et al.*, 2016; CANELLAS *et al.*, 2019).

Porém, a implantação imediata trouxe um novo problema: os implantes cônicos ou cilíndricos pré-fabricados são morfologicamente incompatíveis com o alvéolo dentário do dente recém extraído, permanecendo assim um espaço entre o implante e o osso, chamado de GAP, que prejudica a estabilidade primária, atrasando ou até inviabilizando a osseointegração, o que aumenta a taxa de insucesso nestes casos (LUNDGREN *et al.*, 1992; MELLO *et al.*, 2017; PESSANHA-ANDRADE *et al.*, 2018).

Para solucionar este problema foram criados os implantes análogos de raiz (RAI). Eles são estruturas que copiam a anatomia original do dente extraído, encaixando quase que perfeitamente no alvéolo dentário. Diminuindo assim o GAP e favorecendo a osseointegração. Apesar de existirem desde 1969, eles passaram por anos de aperfeiçoamento com relação ao material, método de produção e morfologia

de superfície e hoje utilizam tecnologia de ponta como tomografia computadorizada, Cad-cam e impressoras 3D para sua produção (REGISH; SHARMA; PRITHVIRAJ, 2013; PESSANHA-ANDRADE *et al.*, 2018; SAEIDI POUR *et al.*, 2019; SUMEYYE AKAY, 2020).

Assim como com qualquer inovação, questionamentos surgem. Como os Implantes Análogos de Raiz foram criados? Como são produzidos? Qual a técnica de instalação? Para que são indicados? Quais suas vantagens e desvantagens? Poderiam eles substituírem os implantes convencionais com a mesma previsibilidade? Será que estamos diante de uma nova fase na implantodontia? Esta revisão bibliográfica busca trazer um panorama sobre implantes análogos de raiz, esclarecendo estas e outras dúvidas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

O Implante análogo de raiz não é um conceito novo. Na antiguidade madeira, pedra e até conchas do mar eram esculpidos para substituírem dentes perdidos. Os primeiros autores a pesquisarem esse tema foram Hodosh, Povar e Shklar em 1969. Eles moldaram dentes extraídos de babuínos e através desses moldes produziram implantes de resina acrílica e osso inorgânico que foram instalados logo após a extração e fixados aos demais dentes (MANGANO *et al.*, 2014).

Biópsias e análises microscópicas foram realizadas e a formação de tecido conjuntivo foi identificada em torno dos implantes. Na época, isso foi considerado um sucesso pois acreditava-se que esse tecido fosse um novo ligamento periodontal que fixaria o implante ao osso. Entretanto, com o advento da osseointegração, é sabido que isso é na verdade uma resposta inflamatória de corpo estranho que não é favorável a longo prazo (HODOSH; POVAR; SHKLAR, 1969; MANGANO *et al.*, 2014).

Somente em 1992 este conceito foi reintroduzido por Lundgren *et al.* que instalaram 32 RAIs em 4 cachorros imediatamente e 2 semanas após a extração. Eles produziram os implantes por meio de uma máquina que copiava o dente extraído e fresava sua réplica em titânio. Após 2 meses do período de cicatrização, foram instaladas coroas de titânio parafusadas em 4 dos implantes.

Biópsias em bloco foram realizadas após 2, 12 e 36 meses da instalação dos implantes e a porcentagem de osso em contato com o implante foi calculada. Como resultado, 88% dos implantes osseointegraram e a porcentagem de contato osso-implante (CO) aumentou com o tempo de cicatrização chegando à uma média de 68,1% em 3 anos, o que, segundo os autores, seria o bastante para servir de ancoragem permanente para próteses dentárias (LUNDGREN *et al.*, 1992).

Outro estudo desse período é o de Kohal *et al.* (1997) nele foram instalados 12 RAIs, também de titânio, em 3 macacos. Este se destaca por ser um dos primeiros trabalhos a utilizarem a tecnologia CAD/CAM (Computer Aided Designing /Computer Aided Manufacturing) para produção de implantes análogos de raiz. O dente extraído era escaneado a laser e a cópia transmitida para um software onde o diâmetro da porção coronal era aumentado para compensar o espaço do ligamento periodontal perdido.

Esse arquivo era então transmitido para uma máquina que fresava o bloco de titânio produzindo o RAI. Em seguida, passava por jateamento de óxido de alumínio,

era autoclavado e instalado no mesmo dia da extração. Após a cicatrização os aspectos clínicos e a fixação eram avaliados por 6 meses, depois biopsias, análises microscópicas e o cálculo da CO eram realizados (KOHAL *et al.*, 1997).

Todos os implantes foram considerados estáveis, entretanto, durante sua inserção, vários fraturaram a tábua óssea vestibular, outros não entraram toda a extensão e a CO média foi de apenas 41,2%. Esses resultados foram explicados devido ao aumento de diâmetro da porção coronal do RAI, o que acabou dificultando sua inserção e pelo uso de um sistema de CAD/CAM de 1ª geração, que não era muito preciso (KOHAL *et al.*, 1997).

Tentando solucionar alguns desses problemas, Pirker e Kocher (2008) testaram um novo tipo de RAI in vivo. Neste estudo, foi extraído o primeiro pré-molar superior direito que apresentava cárie extensa subgingival e lesão periapical. O alvéolo foi curetado e uma gaze com iodofórmio inserida. Em seguida, foi feito um pequeno desgaste na parede vestibular da raiz do dente extraído, adicionadas macro retenções nas paredes mesial e distal (pequenas pápulas) e feito um preparo para prótese na porção coronal.

O dente foi então escaneado a laser e o RAI produzido em zircônia por meio da fresagem em bloco. A superfície do RAI foi jateada e sinterizada para criar micro retenções e ele foi esterilizado. Após 4 dias da extração a gaze foi removida, o alvéolo curetado e irrigado com soro e o RAI foi inserido com pressão digital e martelo. Depois de 4 meses uma coroa em resina foi cimentada em posição. Após 2 anos de acompanhamento o RAI se apresentava estável, com nível ósseo mantido, gengiva peri-implantar saudável e estética favorável (PIRKER; KOCHER, 2008).

Os autores optaram por usar zircônia como material de produção pela sua estética excelente e osseointegração comprovada. Diminuíram ainda o diâmetro do RAI buscando prevenir fraturas ósseas e criaram macro retenções visando evitar a pressão uniforme em todo o alvéolo, que foi relacionada à reabsorção óssea e falha do implante. Além disso o RAI era de peça única, ou seja, sua porção coronal ficava exposta acima da gengiva onde havia o preparo que era usado posteriormente para fixação da coroa (PIRKER; KOCHER, 2008).

Assim dispensava-se o componente intermediário e permitia-se uma carga inicial limitada que, segundo os autores, favorece a osseointegração. Com o sucesso desse caso clínico, Pirker e Kocher (2009) realizaram um novo estudo, agora instalando 18 RAIs de zircônia em diferentes pacientes. O método de produção e

instalação foi o mesmo, apenas diferindo em que parte dos pacientes (grupo A, n=6) recebeu RAIs somente com micro retenções e parte (grupo B, n=12) recebeu RAIs com micro e macro retenções e diâmetro da parede vestibular reduzido como no estudo anterior (PIRKER; KOCHER, 2008).

Os pacientes foram avaliados periodicamente por 2 anos. Após esse período, 5 dos 6 implantes do grupo A foram perdidos, o que sustenta afirmação de que uma pressão uniforme em todo alvéolo pode causar a falha do implante. Já no grupo B apenas 1 implante dos 12 instalados, foi perdido, isso, segundo os autores, devido à mastigação de alimento rígido antes do tempo permitido (PIRKER; KOCHER, 2009a).

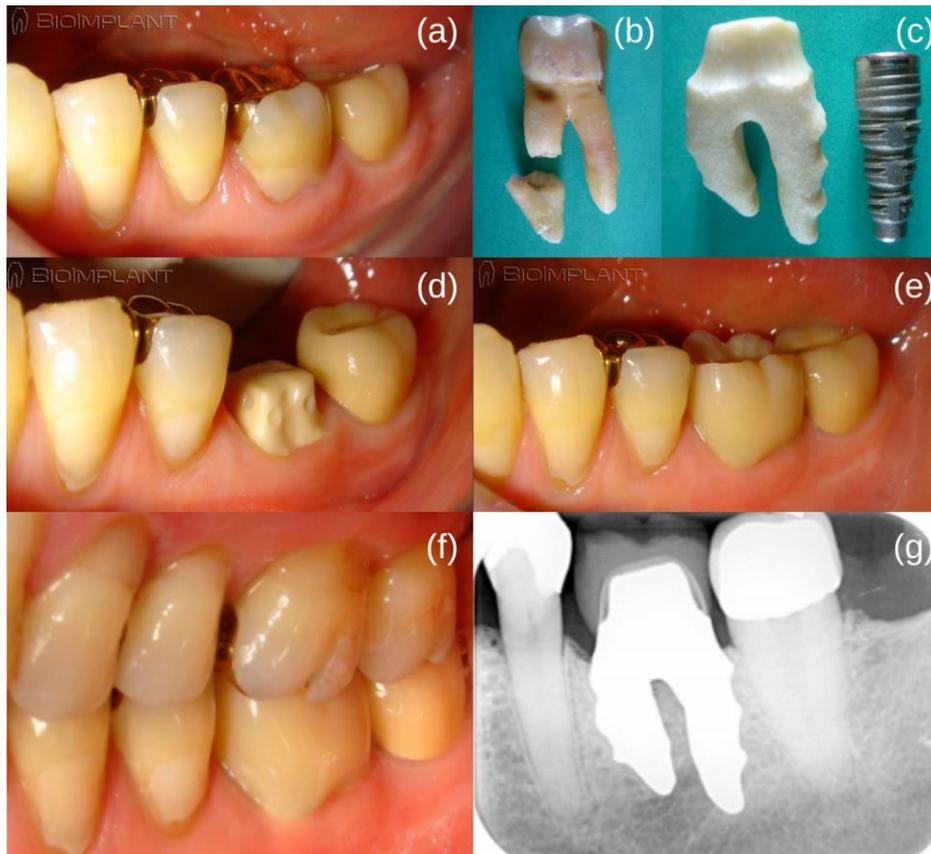
Dos 18 pacientes, 4 apresentavam lesões periapicais na hora da extração, o alvéolo foi curetado e antibiótico administrado e estes implantes também osseointegraram. Clinicamente, o tecido peri-implantar dos RAIs que permaneceram apresentava-se livre de inflamação e o sulco gengival variou de 1 a 4 mm de profundidade. Eles concluíram que as modificações propostas no grupo B favorecem a osseointegração desses implantes (PIRKER; KOCHER, 2009a).

A partir desses resultados favoráveis, Pirker e Kocher (2009c) utilizaram essa mesma metodologia para criar o primeiro RAI multiradicular. Eles substituíram o primeiro molar superior direito que apresentava 3 raízes, cárie extensa e lesão periapical. A coroa foi cimentada após 3 meses da instalação e depois de 2 anos de acompanhamento, o RAI se apresentava estável, com nível ósseo marginal mantido, tecido mole saudável e estética excelente.

Em 2011 Pirker *et al.* e Pirker e Kocher publicaram mais dois casos clínicos de instalação de RAIs de zircônia multiradulares, um no primeiro molar inferior direito e outro no segundo molar superior esquerdo, sendo eles acompanhados por 2 e 3 anos respectivamente (Figura 1). Mesmo os dois casos apresentando fratura radicular durante a exodontia, foram obtidos resultados biológicos, funcionais e estéticos favoráveis após esse período. (PIRKER *et al.*, 2011; PIRKER; KOCHER, 2011).

Outros pesquisadores buscaram aperfeiçoar mais o processo de produção dos RAIs. Figliuzzi, Mangano e Mangano (2012) e MANGANO *et al.* (2012) começaram a produzir RAIs a partir de imagens de tomografia computadorizada do dente antes mesmo da extração. Essas imagens passavam por diversos softwares onde o dente era isolado, transformado em arquivo 3D, seu diâmetro vestibular era reduzido, recebia tratamento de superfície e sua porção coronal era preparada para posteriormente receber uma coroa.

Figura 1 – Caso clínico de implante análogo de raiz em dente multiradicular



Fonte: Compilação da autora<sup>2</sup>. (a) Foto do dente 36 antes da extração. (b) Foto do dente extraído com fratura. (c) Foto do implante análogo de raiz ao lado de um implante convencional para comparação (d) Foto do implante análogo de raiz instalado. (e) Foto da coroa definitiva cimentada em posição. (f) Foto de acompanhamento depois de 2 anos. (g) Raio X após 2 anos da instalação.

Esse arquivo era então transferido para uma máquina que produzia o RAI através da técnica de formação direta de metal pelo laser (DLMF), na qual um laser une as partículas metálicas do pó de titânio camada por camada formando a estrutura 3D desejada. Essa técnica é rápida, precisa e permite produzir implantes com superfícies porosas e interior denso o que favoreceria a mecânica e osseointegração do mesmo (FIGLIUZZI; MANGANO; MANGANO, 2012; MANGANO *et al.*, 2012).

Os autores utilizaram esse método para substituir 2 pré-molares em pacientes diferentes, que foram instalados logo após a extração, com pressão digital e leves marteladas. Sobre eles foram cimentadas coroas provisórias em infraoclusão e depois

<sup>2</sup> Montagem a partir de imagens coletadas do artigo PIRKER, W.; WIEDEMANN, D.; LIDAUER, A.; KOCHER, A. A. Immediate, single stage, truly anatomic zirconia implant in lower molar replacement: a case report with 2.5 years follow-up. *Int J Oral Maxillofac Surg*, v. 40, n. 2, p. 212-216, Feb 2011 e do site <<http://www.bioimplant.at/pictures/>>. Acesso em: 6 nov. 2020.

de 3 meses, essas foram trocadas por coroas metalocerâmicas definitivas. Após 1 ano de acompanhamento, os RAIs se apresentavam estáveis, sem sinais de infecção, com tecido gengival saudável e nível ósseo peri-implantar mantido. Em 2014 Mangano *et al.* repetiram essa metodologia em 15 pacientes e obtiveram sucesso em todos (FIGLIUZZI; MANGANO; MANGANO, 2012; MANGANO *et al.*, 2012).

A crescente preocupação com a hipersensibilidade ao titânio e sua corrosão levaram Anssari Moin, Hassan e Wismeijer (2017) a criarem um RAI de zircônia através de um novo método de impressão 3D. Foi realizada uma tomografia da mandíbula de um cadáver, isolado e criado um arquivo 3D do dente em questão e enviado para uma impressora 3D de processamento digital de luz (DLP). Neste método, um pó de cerâmica é despejado sobre o líquido de poliacrilato camada por camada, formando o objeto 3D que depois é submetido ao tratamento de calor, tomando a presa final.

Então o RAI produzido foi escaneado e comparado com o dente natural extraído, constatando que o RAI era volumetricamente maior, com uma área de superfície 6,67% aumentada e que a principal diferença se encontrava no ápice, apresentando um desvio máximo de 0,86 mm. Os autores chegaram à conclusão de que a impressora 3D DLP pode ser utilizada para produção de RAIs de zircônia, entretanto, estes são menos precisos que os RAIs de titânio produzidos por DLMF (ANSSARI MOIN; HASSAN; WISMEIJER, 2017).

Ultimamente o fluxo digital tem ganhado espaço na implantodontia. Ele visa um tratamento mais rápido, fácil e seguro. Seguindo esse conceito, Schubert *et al.* (2018) utilizaram duas estratégias digitais para reabilitar um paciente que apresentava um pré-molar superior com cárie subgengival não tratável e dois molares inferiores ausentes. No pré-molar, foi realizado a instalação imediata de um RAI de titânio com componente de zircônia produzido por tomografia e tecnologia CAD/CAM.

Nos molares, foram instalados 2 implantes convencionais através de cirurgia guiada. Este procedimento utiliza o guia cirúrgico produzido também por tomografia e CAD/CAM que permite o correto posicionamento e angulação do implante evitando trauma tecidual e intercorrências. Depois de 5 meses foram fabricadas e instaladas as coroas também pelo fluxo digital, com o escaneamento intraoral dos implantes e produção CAD/CAM das coroas. Os autores concluíram que as duas estratégias permitem uma reabilitação eficiente e minimamente invasiva, entretanto mais pesquisas a longo prazo são necessárias (SCHUBERT *et al.*, 2018).

Mais recentemente, em 2019 Demirbaş *et al.* produziram 15 RAIs de titânio para substituírem pré-molares condenados em diferentes pacientes imediatamente após extração. A fabricação foi feita por meio de imagem tomográfica e sistema CAD/CAM de fresagem em bloco e algumas alterações foram feitas nos RAIs: adição de macro retenções nas paredes interproximais, diminuição do diâmetro vestibular e lingual das raízes e preparo da porção coronal com 5° de conicidade e termino em chanfradura para receber a coroa protética.

Foram produzidos 3 RAIs para cada caso, um em tamanho normal, outro 5% maior e outro 5% menor que o original para minimizar efeitos de possíveis distorções durante o processamento 3D, assim, depois da extração, era escolhido qual se adaptava melhor. Depois de 3 meses da instalação, coroas metalocerâmicas foram cimentadas e os pacientes acompanhados por 15 a 26 meses. Dos 15 RAIs, 3 falharam, estes apresentaram estabilidade primária inferior aos demais e com o tempo foram encapsulados por tecido mole, sem apresentar dor, infecção ou perda óssea (DEMIRBAŞ *et al.*, 2019).

Concluiu-se que a taxa de sucesso foi de 80% no período de 1 ano. Os implantes que permaneceram apresentavam-se estáveis com tecido gengival saudável e perda óssea marginal de  $1.1 \pm 0.4$  mm em média. As próteses apresentavam boa função e estética sem relatos de complicações. Ele ainda afirmou que a estabilidade primária é determinante para o sucesso do RAI e que este é um conceito promissor, mas deve ser bem indicado e mais estudado (DEMIRBAŞ *et al.*, 2019).

Em 2020, LI *et al.* testaram um novo método de produção de RAIs de titânio: a Fusão Seletiva a Laser - FSL (do inglês Selective Laser Melting - SLM). Essa máquina possui um laser de alta potência que aquece o pó metálico até seu ponto de fusão camada por camada formando a estrutura 3D. Diferente do DLFM, este método funde por completo o metal, criando RAIs extremamente densos e resistentes. Entretanto sua rugosidade superficial pode ser muito elevada e desigual dependendo da angulação do RAI, o que pode afetar negativamente a osseointegração.

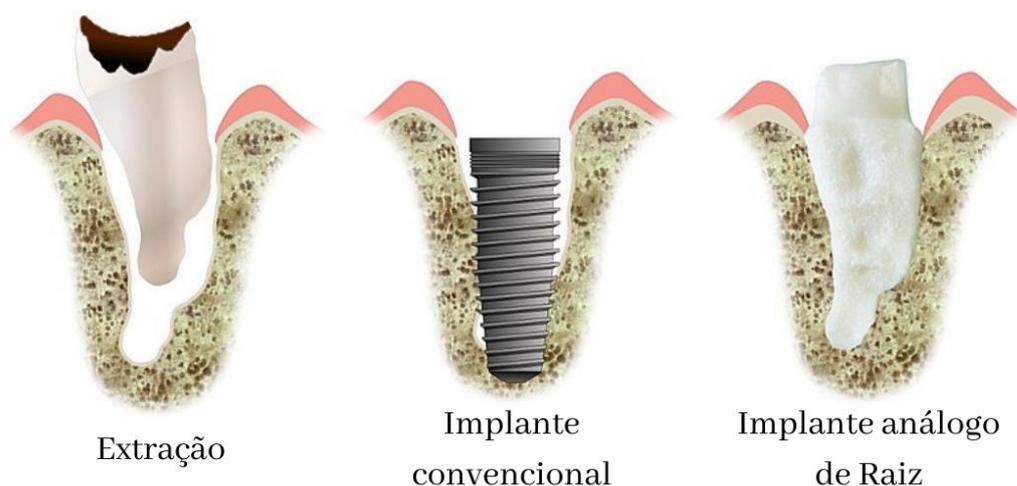
Neste estudo, o autor trabalhou as variantes da máquina FSL, como potência e velocidade do laser gradualmente para cada angulação presente no RAI, a fim de criar superfícies menos rugosas e mais constantes. Ele instalou 6 desses RAIs em 2 cachorros beagles e, após 3 meses, foi constatado que os RAIS tiveram osseointegração compatível com implantes convencionais, apresentando maior

estabilidade primária e manutenção do tecido peri-implantar, além de menor tempo de cicatrização e menos dor. Foi concluído que este processamento gradual por FSL produziu RAIs com superfícies menos rugosas (12  $\mu\text{m}$ ) e uniformes, o que favoreceu a osseointegração (LI *et al.*, 2020).

### 3 DISCUSSÃO

O conceito de produzir um implante que se adapte ao paciente e não o contrário já é realidade. Eles são chamados de Implantes Análogos de Raiz (RAIs) ou bioimplantes e imitam a anatomia radicular dentária do próprio paciente. São instalados logo após a extração e sua parte coronal permanece supragengival onde há um preparo protético semelhante ao de prótese fixa sobre dentes para posteriormente receber uma coroa cimentada (Figura 2) (MOHSIN; SAMEE; AYZ, 2016; SCHUBERT *et al.*, 2018).

Figura 2 – Comparação do implante convencional ao implante análogo de raiz



Fonte: tradução da autora (2020)<sup>1</sup>.

Diferentes métodos de produção dos RAIs surgiram através dos anos. Primordialmente, o dente extraído era moldado ou escaneado e a fabricação do RAI podia levar até 7 dias. Durante este período, o paciente permanecia com uma gaze no alvéolo extraído, o que era desconfortável, favorecia infecções e até inviabilizava a instalação do implante (HODOSH; POVAR; SHKLAR, 1969; PIRKER; KOCHER, 2008; PIRKER; KOCHER, 2009a; PIRKER; KOCHER, 2009c).

Com o advento da tomografia computadorizada, os RAIs passaram a ser produzidos por meio de softwares que isolam o dente a ser substituído na imagem tomográfica e criam sua cópia 3D. Este arquivo pode então ser modificado digitalmente de diversas formas e enviado para uma máquina de produção como uma

<sup>1</sup> Disponível em: < encurtador.com.br/gruzX >. Acesso em: 6 nov. 2020.

fresadora ou impressora 3D, onde o RAI é fabricado. Sendo assim, o RAI pode ser produzido de 24 a 48 horas previamente à extração e instalado no mesmo ato cirúrgico (FIGLIUZZI; MANGANO; MANGANO, 2012; MANGANO *et al.*, 2012; MOHSIN; SAMEE; AYZAZ, 2016).

Outro aspecto do RAI que evoluiu foi o material de produção. Os primeiros RAIs eram confeccionados com resina acrílica e osso inorgânico, que falhavam por não osseointegrarem. Em seguida, começaram a ser produzidos RAIs de titânio, que é até o presente o material mais utilizado para produção de implantes convencionais. O titânio apresenta osseointegração comprovada a longo prazo e poucos efeitos no tecido mole (HODOSH; POVAR; SHKLAR, 1969; LUNDGREN *et al.*, 1992. KOHAL *et al.*, 1997; MOIN *et al.*, 2013; FIGLIUZZI *et al.*, 2016; DEMIRBAŞ *et al.*, 2019).

Entretanto, pesquisas recentes têm mostrado que o titânio em contato com saliva por muitos anos sofre um processo de corrosão, o que pode favorecer a periimplantite. Pode ainda causar hipersensibilidade, apresentando uma prevalência de cerca de 0,6% dos casos. Outra desvantagem do titânio é sua cor acinzentada, que interfere na estética quando o biotipo gengival é fino (APRATIM *et al.*, 2015; ANSSARI MOIN; HASSAN; WISMEIJER, 2017; PIERALLI *et al.*, 2017; CIONCA; HASHIM; MOMBELLI, 2017; LIM *et al.*, 2018).

Por isso, pesquisadores têm buscado produzir RAIs em zircônia, que já é utilizada para produção de implantes convencionais. Ela é um metal de cor branca que favorece a estética mesmo quando há recessão gengival após sua instalação, apresenta osseointegração compatível à do titânio, independentemente da presença de deiscência óssea vestibular ou de enxertos na região. A zircônia tem alta resistência à flexão e à fratura e sua extrema dureza não representa dificuldades nos casos de RAIs, pois a força é distribuída em uma maior superfície, que contribui para evitar fraturas e perda óssea (PIRKER; KOCHER, 2008; PIRKER; KOCHER, 2009b; PIRKER; KOCHER, 2009c; PIRKER *et al.*, 2011; KHANDARE; JAJU; PATIL, 2013; REGISH; SHARMA; PRITHVIRAJ, 2013; APRATIM *et al.*, 2015; PATANKAR *et al.*, 2016; PIERALLI *et al.*, 2017; HAFEZEQORAN; KOODARYAN, 2017; PIERALLI *et al.*, 2018; SIVARAMAN *et al.*, 2018; LIM *et al.*, 2018; PESSANHA-ANDRADE *et al.*, 2018; NISHIHARA; HARO ADANEZ; ATT, 2019; ROEHLING *et al.*, 2019; THOMA *et al.*, 2019).

A zircônia é biocompatível, osteocondutora e apresenta menor adesão de bactérias quando comparada ao titânio. Além disso, sua superfície pode ser

trabalhada para favorecer ainda mais a osseointegração através de lasers, condicionamento ácido, jateamento, luz ultravioleta ou diferentes revestimentos adesivos como hidroxiapatita e sílica (PIRKER; KOCHER, 2008; APRATIM *et al.*, 2015; PATANKAR *et al.*, 2016; HAFEZEQORAN; KOODARYAN, 2017; PIERALLI *et al.*, 2017; CIONCA; HASHIM; MOMBELLI, 2017; SIVARAMAN *et al.*, 2018; LIM *et al.*, 2018; PESSANHA-ANDRADE *et al.*, 2018; SCHUNEMANN *et al.*, 2019; ROEHLING *et al.*, 2019; THOMA *et al.*, 2019).

Entretanto, também apresenta pontos negativos, pois sofre um processo de envelhecimento que é agravado por umidade e forças excessivas que podem provocar microfraturas na superfície, mas já há pesquisas buscando solucionar este problema com estabilizadores como óxido de Ítrio, magnésio e calcário, apresentando bons resultados. Além disso, sua osseointegração inicial é inferior à do titânio, o que pode desaconselhar seu uso para cargas imediatas. Por fim, sua maior desvantagem é que não existem evidências científicas a longo prazo como as do titânio, incitando a necessidade de mais pesquisas nessa área (APRATIM *et al.*, 2015; PATANKAR *et al.*, 2016; CIONCA; HASHIM; MOMBELLI, 2017; SIVARAMAN *et al.*, 2018; NISHIHARA; HARO ADANEZ; ATT, 2019; ROEHLING *et al.*, 2019; FARIA *et al.*, 2019).

Independentemente do material escolhido, titânio ou zircônia, uma característica do RAI que é diferente dos implantes convencionais é o método de instalação. O dente é extraído com técnica atraumática visando preservar ao máximo o alvéolo, que depois é curetado e irrigado com soro. Então o RAI, previamente produzido e esterilizado, é inserido no alvéolo com pressão digital e gentilmente martelado até sua posição final. Sua porção coronal se mantém supragengival e suturas são feitas ao seu redor (MANGANO *et al.*, 2012; FIGLIUZZI *et al.*, 2016; PATANKAR *et al.*, 2016; DEMIRBAŞ *et al.*, 2019).

Por fim, o travamento inicial é checado com palpação e percussão. Os pacientes são orientados a mastigar do lado oposto e evitar alimentos duros. As medicações pré e pós operatórias variam, mas são compatíveis com as usadas em cirurgias de implante convencional. Após o período de osseointegração, que varia de 3 a 4 meses, uma coroa de metal ou porcelana é cimentada na porção coronal do mesmo, que já possui um preparo protético para tanto (MANGANO *et al.*, 2012; FIGLIUZZI *et al.*, 2016; PATANKAR *et al.*, 2016; DEMIRBAŞ *et al.*, 2019).

Portanto, o método de instalação do RAI é simples, não necessitando de fresagem do osso, o que reduz os riscos associados a isto, como dano a estruturas

anatômicas adjacentes como raízes, feixe vasculonervoso ou seio maxilar. Também diminui o trauma operatório e aumenta o conforto do paciente, além de eliminar a necessidade dos materiais cirúrgicos específicos como brocas e guias cirúrgicos. Outras vantagens dos Implantes análogos de raiz é que eles são instalados imediatamente após a extração, evitando perda óssea e recessão gengival e garantindo uma função e estética favorável. Seu íntimo contato com o alvéolo diminui o tempo de osseointegração por reduzir o espaço entre implante e osso (PIRKER; KOCHER, 2008; PIRKER; KOCHER, 2009b; PATANKAR *et al.*, 2016; PESSANHA-ANDRADE *et al.*, 2018).

O método de implantação com RAIs também diminui a necessidade de procedimentos cirúrgicos adicionais como enxertos gengivais ou ósseos, o que reduz a morbidade do paciente e o tempo e custo do tratamento. Outro ponto positivo é ele ser de peça única, eliminando a necessidade de componentes intermediários e permitindo que sua porção coronal supragengival receba uma carga oclusal controlada desde sua instalação, o que favorece a osseointegração. Ademais, a porção coronal pode ser ajustada quando necessário com simples brocas de preparo e a coroa pode ser produzida tanto por CAD/CAM através do modelo 3D do implante quanto por moldagem do preparo (PIRKER; KOCHER, 2008; PIRKER; KOCHER, 2009a; PIRKER; KOCHER, 2009b; MOHSIN; SAMEE; AYAZ, 2016; PATANKAR *et al.*, 2016; SUMEYYE AKAY, 2020).

Por fim, sua anatomia copia o dente natural distribuindo melhor as forças oclusais por apresentar maior área de contato com tecido ósseo, o que evita fraturas dos implantes e reabsorção óssea adjacente. Já as desvantagens são: impossibilidade de ser instalado tardiamente, após cicatrização do alvéolo; necessidade de um alvéolo preservado para travamento inicial; não corrigir posição ou angulação dentárias prévias; são incapazes de substituir dentes com raízes divergentes ou com dilacerações acentuadas e não apresentam experimentos clínicos de longo período de tempo como os implantes convencionais (PIRKER; KOCHER, 2009a; PIRKER; KOCHER, 2009b; MANGANO *et al.*, 2014; ANSSARI MOIN; HASSAN; WISMEIJER, 2016; PATANKAR *et al.*, 2016; GATTINGER; BULLEMER; HARRYSSON, 2016; CHEN *et al.*, 2017; PESSANHA-ANDRADE *et al.*, 2018; SCHUBERT *et al.*, 2018; SAEIDI POUR *et al.*, 2019; DEMIRBAŞ *et al.*, 2019; SUMEYYE AKAY, 2020).

Apesar disso, os inúmeros estudos bem-sucedidos com Implantes Análogos de Raiz permitem deduzir que surge uma nova fase na implantodontia, que utiliza tecnologias de ponta como a tomografia, máquinas CAD/CAM e impressoras 3D para produzir implantes que se assemelham cada vez mais ao dente natural, tornando o procedimento mais rápido, fácil, seguro e barato. Entretanto, os RAls nunca substituirão por completo os implantes convencionais devido às suas limitações, como a instalação tardia, mas podem se tornar os mais indicados em instalações imediatas. Para isso, são necessárias mais pesquisas a longo prazo e maior padronização do processo de produção dos mesmos para que estes sejam facilmente replicados (MANGANO *et al.*, 2014; MOIN *et al.*, 2014; MOHSIN; SAMEE; AYAZ, 2016; ANSSARI MOIN; HASSAN; WISMEIJER, 2016; PESSANHA-ANDRADE *et al.*, 2018; DEMIRBAŞ *et al.*, 2019; SUMEYYE AKAY, 2020).

#### **4 CONCLUSÃO**

Concluiu-se que os Implantes Análogos de Raiz apresentam previsibilidade de sucesso a curto prazo compatível aos implantes convencionais, podendo tornar o tratamento mais rápido, fácil, seguro e barato. Entretanto, são necessárias mais pesquisas a longo prazo. Além disso, nunca substituirão o método antigo, devido às suas limitações, como a implantação tardia, mas agregarão ao futuro da implantodontia.

## REFERÊNCIAS

ANSSARI MOIN, D.; HASSAN, B.; WISMEIJER, D. A Patient Specific Biomechanical Analysis of Custom Root Analogue Implant Designs on Alveolar Bone Stress: A Finite Element Study. **Int J Dent**, v. 2016, p. 8242535, 2016.

ANSSARI MOIN, D.; HASSAN, B.; WISMEIJER, D. A novel approach for custom three-dimensional printing of a zirconia root analogue implant by digital light processing. **Clin Oral Implants Res**, v. 28, n. 6, p. 668-670, Jun 2017.

APRATIM, A. *et al.* Zirconia in dental implantology: A review. **J Int Soc Prev Community Dent**, v. 5, n. 3, p. 147-156, May-Jun 2015.

BRANEMARK, P. I. *et al.* Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. **Scand J Plast Reconstr Surg**, v. 3, n. 2, p. 81-100, 1969.

BRÂNEMARK, P. I. *et al.* Osseointegrated Implants in the Treatment of the Edentulous Jaw. Experience From a 10-year Period. **Scand J Plast Reconstr Surg Suppl**, v. 16, p. 1-132, 1977.

BUSER, D.; SENNERBY, L.; DE BRUYN, H. Modern implant dentistry based on osseointegration: 50 years of progress, current trends and open questions. **Periodontol 2000**, v. 73, n. 1, p. 7-21, Feb 2017.

CANELLAS, J.; MEDEIROS, P. J. D.; FIGUEREDO, C.; FISCHER, R. G.; RITTO, F. G. Which is the best choice after tooth extraction, immediate implant placement or delayed placement with alveolar ridge preservation? A systematic review and meta-analysis. **J Craniomaxillofac Surg**, v. 47, n. 11, p. 1793-1802, Nov 2019.

CHEN, J.; ZHANG, Z.; CHEN, X.; ZHANG, X. Influence of custom-made implant designs on the biomechanical performance for the case of immediate post-extraction placement in the maxillary esthetic zone: a finite element analysis. **Comput Methods Biomech Biomed Engin**, v. 20, n. 6, p. 636-644, May 2017.

CIONCA, N.; HASHIM, D.; MOMBELLI, A. Zirconia dental implants: where are we now, and where are we heading? **Periodontol 2000**, v. 73, n. 1, p. 241-258, Feb 2017.

DEMIRBAŞ, A. E.; AKKOYUN, E. F.; GÜMÜŞ, H. Ö.; ALKAN, B. A.; ALKAN, A. Patient-specific Root-analogue Immediate Titanium Premolar Dental Implants: Prospective Evaluation of Fifteen Patients with One-year Follow-up. **Meandros Med Dent J** v. 20, p. 121-128, 2019.

FARIA, D. *et al.* Development of novel zirconia implant's materials gradated design with improved bioactive surface. **J Mech Behav Biomed Mater**, v. 94, p. 110-125, Jun 2019.

FIGLIUZZI, M.; GIUDICE, A.; MANGANO, F. G.; FORTUNATO, L. A Direct Metal Laser Sintering (DMLS) Root Analogue Implant Placed in the Anterior Maxilla: Case Report. **Periodon Prosthodon**, v. 2, n. 1, 2016.

FIGLIUZZI, M.; MANGANO, F.; MANGANO, C. A novel root analogue dental implant using CT scan and CAD/CAM: selective laser melting technology. **Int J Oral Maxillofac Surg**, v. 41, n. 7, p. 858-862, Jul 2012.

GATTINGER, J.; BULLEMER, C. N.; HARRYSSON, O. L. A. Patient specific root-analogue dental implants – additive manufacturing and finite element analysis. **Current Directions in Bioedical Engineering**, v. 2, n. 1, 2016.

HAFEZEQORAN, A.; KOODARYAN, R. Effect of Zirconia Dental Implant Surfaces on Bone Integration: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Biomed Res Int**, v. 2017, p. 9246721, 2017.

HODOSH, M.; POVAR, M.; SHKLAR, G. The dental polymer implant concept. **Prosthet Dent**, v. 22, n. 3, p. 371-380, 1969.

KHANDARE, K. K.; JAJU, S. B.; PATIL, P. G. Fem Analysis For Stress Distribution Of Root Analogue Zirconia Dental Implant: A Review. **International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology**, v. 2, n. 6, p. 2030-2034, 2013.

KOHAL, R. J. *et al.* Custom-made root analogue titanium implants placed into extraction sockets. An experimental study in monkeys. **Clin Oral Implants Res**, v. 8, n. 5, p. 386-392, Oct 1997.

LI, J. *et al.* Surface roughness control of root analogue dental implants fabricated using selective laser melting. **Additive Manufacturing**, v. 34, 2020.

LIM, H. C. *et al.* Tissue integration of zirconia and titanium implants with and without buccal dehiscence defects. **J Periodontal Implant Sci**, v. 48, n. 3, p. 182-192, Jun 2018.

LUNDGREN, D.; RYLANDER, H.; ANDERSSON, M.; JOHANSSON, C.; ALBREKTSSON, T. Healing-in of root analogue titanium implants placed in extraction sockets. An experimental study in the beagle dog. **Clin Oral Implants Res**, v. 3, n. 3, p. 136-143, Sep 1992.

MANGANO, F. G.; CIROTTI, B.; SAMMONS, R. L.; MANGANO, C. Custom-made, root-analogue direct laser metal forming implant: a case report. **Lasers Med Sci**, v. 27, n. 6, p. 1241-1245, Nov 2012.

MANGANO, F. G. *et al.* Immediate, non-submerged, root-analogue direct laser metal sintering (DLMS) implants: a 1-year prospective study on 15 patients. **Lasers Med Sci**, v. 29, n. 4, p. 1321-1328, Jul 2014.

MELLO, C. C. *et al.* Immediate implant placement into fresh extraction sockets versus delayed implants into healed sockets: A systematic review and meta-analysis. **Int J Oral Maxillofac Surg**, v. 46, n. 9, p. 1162-1177, Sep 2017.

MOHSIN, A. H. B.; SAMEE, S.; AYAZ, M. Insight into Bio-Advancement of Dental Implants. **Journal of Applied Dental and Medical Sciences.**, v. 2, n. 3, 2016.

MOIN, D. A.; HASSAN, B.; MERCELIS, P.; WISMEIJER, D. Designing a novel dental root analogue implant using cone beam computed tomography and CAD/CAM technology. **Clin Oral Implants Res**, v. 24 Suppl A100, p. 25-27, Aug 2013.

MOIN, D. A.; HASSAN, B.; PARSA, A.; MERCELIS, P.; WISMEIJER, D. Accuracy of preemptively constructed, cone beam CT-, and CAD/CAM technology-based, individual Root Analogue Implant technique: an in vitro pilot investigation. **Clin Oral Implants Res**, v. 25, n. 5, p. 598-602, May 2014.

NISHIHARA, H.; HARO ADANEZ, M.; ATT, W. Current status of zirconia implants in dentistry: preclinical tests. **J Prosthodont Res**, v. 63, n. 1, p. 1-14, Jan 2019.

PATANKAR, A.; KSHIRSAGAR, R.; PATANKAR, S.; PAWAR, S. Immediate, Non Submerged Root Analog Zirconia Implant in Single Rooted Tooth Replacement: Case Report with 2 years Follow Up. **J Maxillofac Oral Surg**, v. 15, n. Suppl 2, p. 270-273, Jul 2016.

PESSANHA-ANDRADE, M. *et al.* Custom-made root-analogue zirconia implants: A scoping review on mechanical and biological benefits. **J Biomed Mater Res B Appl Biomater**, v. 106, n. 8, p. 2888-2900, Nov 2018.

PIERALLI, S.; KOHAL, R. J.; JUNG, R. E.; VACH, K.; SPIES, B. C. Clinical Outcomes of Zirconia Dental Implants: A Systematic Review. **J Dent Res**, v. 96, n. 1, p. 38-46, Jan 2017.

PIERALLI, S.; KOHAL, R. J.; LOPEZ HERNANDEZ, E.; DOERKEN, S.; SPIES, B. C. Osseointegration of zirconia dental implants in animal investigations: A systematic review and meta-analysis. **Dent Mater**, v. 34, n. 2, p. 171-182, Feb 2018.

PIRKER, W.; KOCHER, A. Immediate, non-submerged, root-analogue zirconia implant in single tooth replacement. **Int J Oral Maxillofac Surg**, v. 37, n. 3, p. 293-295, Mar 2008.

PIRKER, W.; KOCHER, A. Immediate, non-submerged, root-analogue zirconia implants placed into single-rooted extraction sockets: 2-year follow-up of a clinical study. **Int J Oral Maxillofac Surg**, v. 38, n. 11, p. 1127-1132, Nov 2009a.

PIRKER, W.; KOCHER, A. True Anatomic Immediate Dental Implant Method. **International Magazine of Oral Implantology.**, v. 10, n. 4, 2009b.

PIRKER, W.; KOCHER, A. True anatomical zirconia implants for molar replacement: A case report from an ongoing clinical study with a 2-year follow-up. . **Oral Surgery**, v. 2, n. 3, p. 144-148, 2009c.

PIRKER, W.; KOCHER, A. Root analog zirconia implants: true anatomical design for molar replacement--a case report. **Int J Periodontics Restorative Dent**, v. 31, n. 6, p. 663-668, Nov-Dec 2011.

PIRKER, W.; WIEDEMANN, D.; LIDAUER, A.; KOCHER, A. A. Immediate, single stage, truly anatomic zirconia implant in lower molar replacement: a case report with 2.5 years follow-up. **Int J Oral Maxillofac Surg**, v. 40, n. 2, p. 212-216, Feb 2011.

REGISH, K. M.; SHARMA, D.; PRITHVIRAJ, D. R. An overview of immediate root analogue zirconia implants. **J Oral Implantol**, v. 39, n. 2, p. 225-233, Apr 2013.

ROEHLING, S.; SCHLEGEL, K. A.; WOELFLER, H.; GAHLERT, M. Zirconia compared to titanium dental implants in preclinical studies-A systematic review and meta-analysis. **Clin Oral Implants Res**, v. 30, n. 5, p. 365-395, May 2019.

SAEIDI POUR, R. *et al.* Historical development of root analogue implants: a review of published papers. **Br J Oral Maxillofac Surg**, v. 57, n. 6, p. 496-504, Jul 2019.

SCHUBERT, O. *et al.* Two digital strategies in modern implantology - root-analogue implants and the digital one-abutment/one-time concept. **Int J Comput Dent**, v. 21, n. 2, p. 115-131, 2018.

SCHUNEMANN, F. H. *et al.* Zirconia surface modifications for implant dentistry. **Mater Sci Eng C Mater Biol Appl**, v. 98, p. 1294-1305, May 2019.

SIVARAMAN, K.; CHOPRA, A.; NARAYAN, A. I.; BALAKRISHNAN, D. Is zirconia a viable alternative to titanium for oral implant? A critical review. **J Prosthodont Res**, v. 62, n. 2, p. 121-133, Apr 2018.

SUMEYYE AKAY, A. Evolution of Dental Implant Shapes and Today's Custom Root Analogue Implants. *In: Human Teeth - Key Skills and Clinical Illustrations.:* IntechOpen, 2020.

TELLEMAN, G.; MEIJER, H. J.; RAGHOEBAR, G. M. Long-term evaluation of hollow screw and hollow cylinder dental implants: clinical and radiographic results after 10 years. **J Periodontol**, v. 77, n. 2, p. 203-210, Feb 2006.

THOMA, D. S. *et al.* Tissue integration of zirconia and titanium implants with and without buccal dehiscence defects-A histologic and radiographic preclinical study. **Clin Oral Implants Res**, v. 30, n. 7, p. 660-669, Jul 2019.