



Especialização em Implantodontia

Gabriela Rodrigues de Oliveira

## **OSSEODENSIFICAÇÃO E SUAS APLICAÇÕES NA IMPLANTODONTIA**

São Paulo

2023

Gabriela Rodrigues de Oliveira

## **OSSEODENSIFICAÇÃO E SUAS APLICAÇÕES NA IMPLANTODONTIA**

Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade Sete Lagoas - FACSETE, como requisito parcial a obtenção do título de especialista em Implantodontia.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Jorge Jayme

São Paulo

2023



Monografia intitulada “**Osseodensificação e suas aplicações na Implantodontia**”  
de autoria da aluna **Gabriela Rodrigues de Oliveira**.

Aprovada em \_\_/\_\_/\_\_\_\_ pela banca constituída dos seguintes professores:

---

Prof. Dr. Danilo Jorge Racy – Beo

---

Prof. Dr. Paulo R. Ramalho – Beo

---

Prof. Dr. Ricardo Elias Judgar – Beo

São Paulo, 04 de maio de 2023.

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Lenine e Sonia, que sempre estiveram ao meu lado e são os alicerces da minha jornada. A minha eterna gratidão.

**“Não é a carne e o sangue, e sim o coração, que nos faz pais e filhos.”**

Friedrich Schiller

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Lenine e Sonia, que sempre iluminaram a minha mente e acreditaram no meu potencial, compreendendo e respeitando todos os meus momentos. E através de palavras carinhosas e gestos afetuosos me impulsionaram a seguir adiante.

Ao meu companheiro, Kleber, que trouxe luz à minha vida e contribuiu com o brilho do seu amor sincero, tornando a caminhada mais leve e feliz.

Aos meus professores pela excelência de seus ensinamentos e pelo compartilhamento de seus conhecimentos, contribuindo para o meu crescimento profissional, científico e intelectual.

À Deus por ter me concedido todo este universo marcado por conquistas.

*“Há ciência naquilo que fazemos, sim, mas também há hábito, intuição e, às vezes, a simples adivinhação. A lacuna entre o que sabemos e o que buscamos persiste. E essa lacuna complica tudo o que fazemos.”*  
(ATUL GAWANDE)

## RESUMO

Na Implantodontia, é necessário um adequado remanescente ósseo para a instalação do implante dentário com posicionamento tridimensional satisfatório. Contudo, esta condição nem sempre é encontrada devido a remodelação óssea alveolar proveniente de processos reabsortivos fisiológicos ou patológicos. Sendo assim, a finalidade deste trabalho foi avaliar a utilização da técnica de osseodensificação, na Implantodontia, através de uma revisão de literatura. Concluindo-se que, a técnica de osseodensificação, com instrumentos rotatórios de desenhos específicos, em rotação anti-horária, velocidade em torno de 1.100rpm e abundante irrigação, é uma alternativa às técnicas convencionais utilizadas para aumentos ósseos tanto em espessura quanto em altura, possibilitando a colocação imediata dos implantes dentários, preservando e melhorando a densidade óssea e, conseqüentemente aumentando a estabilidade primária e secundária do implante dentário, permitindo uma osseointegração mais acelerada. Apesar de ser uma técnica de ampla aplicabilidade clínica, a osseodensificação apresenta limitações, pois fornece aumentos ósseos limitados, está contra indicada em cirurgias guiadas e não deve ser aplicada em ossos corticais densos. Embora haja muito a ser incorporado à técnica e ao aprendizado com os resultados longitudinais, esse sistema tem apresentado respostas promissoras a Implantodontia contemporânea.

**Palavras-chaves:** Osseodensificação. Implantes Dentários. Osteotomia. Levantamento Seio Maxilar.

## ABSTRACT

In implant dentistry, an adequate bone remnant is required for the installation of the dental implant with satisfactory three-dimensional positioning. However, this condition is not always found due to alveolar bone remodeling from physiological or pathological resorptive processes. Thus, the purpose of this study was to evaluate the use of the osseodensification technique, in implant dentistry, through a literature review. In conclusion, the osseodensification technique, with rotational instruments of specific designs, in anti-clockwise rotation, speed around 1.100rpm and abundant irrigation, is an alternative to conventional techniques used for bone increases in both thickness and height, allowing the immediate placement of dental implants, preserving and improving bone density and, consequently increasing the primary and secondary stability of dental implants, allowing for more accelerated osseointegration. Despite being a technique of wide clinical applicability, osseodensification has limitations, as it provides limited bone increases, is against indicated in guided surgeries and should not be applied to dense cortical bones. Although there is much to be incorporated into the technique and learning with longitudinal results, this system has presented promising responses to contemporary implant dentistry.

**Keywords:** Osseodensification. Dental implants. Osteotomy. Maxillary sinus lift.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO -----	10
2	PROPOSIÇÃO -----	11
3	REVISÃO DE LITERATURA -----	12
4	DISCUSSÃO -----	43
5	CONCLUSÃO -----	48
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	49

## 1 INTRODUÇÃO

Na Implantodontia, é necessário um adequado remanescente ósseo para a instalação do implante dentário com posicionamento tridimensional satisfatório. Contudo, esta condição na maioria das vezes não é encontrada, devido a remodelação óssea alveolar proveniente de processos reabsortivos fisiológicos ou patológicos após a perda do elemento dental.

Como uma alternativa às técnicas convencionais utilizadas tanto para aumento ósseo em espessura (expansão da crista óssea) quanto em altura (levantamento do seio maxilar), como também uma opção à pequenas enxertias ósseas, foi proposta, por Salah Huwais, a técnica de osseodensificação com instrumentos rotatórios.

A osseodensificação, através do desenho das lâminas de suas fresas, direção de rotação (anti-horário) e velocidade de rotação (1.200rpm), juntamente com uma irrigação abundante, é uma nova técnica de preparação da osteotomia que utiliza um método de preservação óssea, criando uma camada de osso compactado ao longo da superfície da osteotomia.

A osseodensificação é uma técnica que explora o osso medular de forma intensa, através de um preparo com fresas especiais que não removem estrutura óssea, com movimentos da mão aliados a bastante irrigação e velocidade, gerando ondas de deslocamento de líquido e força bem distribuídas e que deformam o osso de uma maneira mais elástica do que plástica.

O desenho especial das fresas faz com que o pouco de osso cortado seja realocado para os lados e para o ápice da broca, gerando um autoenxerto ao mesmo tempo que promove uma compactação de osso na periferia de toda a perfuração.

## **2 PROPOSIÇÃO**

A finalidade deste trabalho foi avaliar a utilização da técnica de osseodensificação na Implantodontia por meio de uma revisão de literatura.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

Muitos estudos tem sido realizados com o propósito de se avaliar a técnica de osseodensificação na Implantodontia.

Huwais (2015), através de um estudo de caso clínico, teve como objetivo demonstrar como a osseodensificação pode facilitar a expansão da crista óssea com maior estabilidade do implante. O paciente era do sexo masculino, 62 anos de idade, com os dentes 34, 35 e 36 ausentes e reabsorção significativa do rebordo alveolar. O plano de tratamento foi a colocação de dois implantes, pela técnica de osseodensificação e possível enxerto ósseo vestibular adicional, para posteriormente receber uma prótese fixa de três elementos. A região inferior esquerda foi anestesiada pelo método de infiltração com 1,8ml de Septocaine 4% (Septodont) com epinefrina 1:100.000, incisada sobre a crista óssea e o retalho de espessura total foi rebatido para revelar 2,5mm - 3,0mm de largura do rebordo alveolar. Foi realizada a pontuação do local e em seguida uma osteotomia inicial com broca piloto 1,5mm a 1.200rpm no sentido horário com profundidade de 13mm. Uma vez que as posições dos implantes foram confirmadas, a crista óssea foi dividida em uma profundidade de 10mm usando piezocirurgia (Piezosurgery Incorporated) para permitir maior flexibilidade da tábua vestibular. A osseodensificação com expansão do rebordo foi realizada usando a seguinte sequência de brocas: Densah™ VT1525 e VT2535 (Versah™, LLC) girando no sentido anti-horário (CCW) sem corte a 1.200rpm (modo densificador) na área dos implantes 34 e 36. As osteotomias mandibulares foram expandidas para 3,5mm sem qualquer deiscência óssea, o que permitiu a colocação do comprimento total do implante em osso autógeno sem exposição de espiras. Dois implantes Tapered Screw-Vent 3.7x13mm (Zimmer) foram colocados com um torque de inserção de 40-50Ncm. Notou-se uma espessura óssea vestibulo-lingual inferior a 1,0mm na área do implante 34. A estabilidade do implante foi medida com um medidor de estabilidade de implante ISQ (Osstell®), que usa análise de frequência de ressonância. Neste caso particular as leituras do ISQ vestibulo-lingual nas áreas dos implantes 36 e 34 foram 78 e 49, respectivamente. Devido à leitura de ISQ de 49 no implante mesial 34 e menos de 1,0mm de espessura óssea vestibulo-lingual remanescente após a osseodensificação, optou-se por aumentar o remanescente vestibular com enxerto ósseo (matriz óssea desmineralizada Puros, Zimmer®). Obteve-se o fechamento total do retalho com sutura colchoeiro. Após 8 semanas, os implantes foram reabertos e

colocados pilares de cicatrização. As leituras de ISQ vestibulo-lingual obtidas na semana 10 foram 76/72 e 67 para os implantes 36 e 34, respectivamente. O alto torque de inserção dos implantes mantido em ISQ permitiu considerar um início precoce da fase restauradora em 10 semanas. Após 1 ano, o exame clínico revelou tecidos duros e moles saudáveis, sem sinais de inflamação ou infecção, com uma ligeira recessão do tecido mole na área do implante 34, e o exame radiográfico revelou nível ósseo da crista e densidade óssea mantidos. Esta redução da altura do tecido mole é comum após procedimentos de regeneração óssea guiada ou aumento de rebordo. O tratamento periodontal de suporte com intervalo de quatro meses foi iniciado com exame radiográfico anual para os implantes 34 e 36. Neste caso, a osseodensificação utilizando a tecnologia Densah™ Burs facilitou a expansão do rebordo mantendo a integridade do rebordo alveolar, permitindo a colocação do comprimento total do implante em osso autógeno com estabilidade primária adequada. Apesar da anatomia óssea comprometida, a osseodensificação preservou a massa óssea e promoveu um menor tempo de espera para a restauração. Concluindo-se que a osseodensificação é um novo método biomecânico de preparação de osteotomia sem escavação. Ao contrário da perfuração tradicional, a osseodensificação utiliza brocas de densificação de alta velocidade para compactar e autoenxertar o osso em sua fase de deformação plástica. O resultado é uma osteotomia expandida com tecido ósseo preservado e condensado que mantém a integridade do rebordo alveolar e permite a colocação de implantes com estabilidade aprimorada.

Hofbauer e Huwais (2015) realizaram um caso clínico de instalação de implante com expansão da crista óssea maxilar através da osseodensificação, em um paciente do sexo masculino, 65 anos de idade, com ausência do dente 13 e que apresentava deficiência significativa de tecidos duros e moles, devido a reabsorção da crista alveolar, de acordo com exames clínicos e radiográficos. O sistema de osseodensificação utilizado foi o Densah Burs (Versah) para uma osteotomia de 3,8mm de diâmetro sem nenhuma deiscência de osso vestibular, o que permitiu a instalação do implante de 4,2x13mm Legacy2 (Implante Direct) em seu total comprimento em osso autógeno com torque de inserção > 50Ncm. A estabilidade do implante (ISQ) foi medida com Osstell e foi de 81. Foi utilizada a técnica do rolo modificada para aumentar o tecido mole na região vestibular. A leitura do ISQ foi realizada semanalmente durante 6 semanas. Após 3 semanas, a leitura do ISQ foi de 67. Com 6 semanas da colocação do implante, o ISQ aumentou para 79/83 e o

paciente foi encaminhado para realização da coroa protética. Foi feito acompanhamento clínico e radiográfico após 1 e 2 anos revelando tecidos duros e moles saudáveis, sem sinais de infecção e inflamação, mantendo a anatomia do osso vestibular e altura óssea estáveis. Concluindo-se que a osseodensificação, utilizando a tecnologia Densah Burs, produz uma osteotomia eficiente para qualquer implante, preservando o osso e melhorando o leito receptor, o que permite uma versatilidade clínica, que pode melhorar a estabilidade do implante e promover uma expansão eficiente da crista óssea mandibular.

Huwais e Meyer (2016) tiveram como objetivo validar as propriedades biomecânicas da densificação óssea, como uma nova técnica de preparação de osteotomia, que um cirurgião pode usar para preparar com segurança e eficiência regiões de baixa densidade com uma camada de osso compactado na interface do implante. Um total de 72 osteotomias foram confeccionadas em amostras de osso do platô tibial porcino usando três técnicas de preparo: perfuração padrão; perfuração de extração óssea com um novo desenho de broca multicanal e cônica (Densah Burs, Versah) operando no sentido horário (modo de corte); e, densificação óssea com a mesma broca multicanal (Densah Burs, Versah) girando em sentido inverso, que preservou e criou uma camada de osso compactado (modo densificante). O processo cirúrgico (aumento de temperatura, força de perfuração e torque), a estabilidade mecânica durante a inserção e remoção de implantes de 4,1mm e 6,0mm de diâmetro (torque do implante e quociente de estabilidade) e a imagem óssea (microscopia eletrônica de varredura, medição por microtomografia computadorizada de densidade mineral óssea e histomorfologia) foram comparados entre as três técnicas de preparo. A densificação óssea aumentou significativamente os torques de inserção e remoção em comparação com a perfuração padrão ou perfuração de extração, o que demonstra maior estabilidade biomecânica primária do implante. Não foram demonstradas diferenças significativas nas leituras do quociente de estabilidade do implante ou aumentos de temperatura entre os três grupos. Embora a mesma broca tenha sido usada para as técnicas de perfuração de extração e densificação óssea, os diâmetros da osteotomia de densificação óssea foram menores do que das osteotomias de perfuração de extração e de perfuração padrão. Os métodos de imagem demonstraram uma camada de densidade mineral óssea aumentada ao redor da periferia das osteotomias de densificação óssea. A porcentagem de osso na superfície do implante foi aumentada em aproximadamente três vezes para implantes

preparados com densificação óssea em comparação com a perfuração padrão. Sendo assim, este estudo confirmou a hipótese de que a técnica de densificação óssea aumentaria a estabilidade primária, a densidade mineral óssea e a porcentagem de osso na superfície do implante em comparação com a perfuração padrão e de extração. A nova técnica também demonstrou ter segurança clínica semelhante à perfuração quando a velocidade de rotação adequada, velocidade de penetração e irrigação são usadas. A compactação do osso trabecular produzida durante a técnica de densificação óssea criou uma osteotomia menor do que a perfuração devido à recuperação elástica da deformação viscoelástica quando a broca foi removida da osteotomia. A densidade mineral óssea dos locais de densificação óssea foi aumentada tanto pela compactação quanto pelo autoenxerto ósseo ao longo da periferia e no ápice das osteotomias. A porcentagem de osso na superfície do implante foi similarmente aumentada nos locais de densificação óssea em comparação com perfuração padrão e perfuração de extração. Ao preservar o volume ósseo em massa com a técnica de densificação óssea, supõe-se que o processo de cicatrização seria acelerado devido à matriz óssea autoenxertada, células e bioquímicos que são mantidos in situ e ao longo da superfície do local da osteotomia. A resposta de cicatrização requer mais estudos histológicos in vivo para testar e examinar esta hipótese.

Trisi et al. (2016) avaliaram uma nova técnica cirúrgica para a preparação do local do implante que pudesse permitir aumentar a densidade óssea, a largura do rebordo e a estabilidade secundária do implante. As bordas das cristas ilíacas de duas ovelhas foram expostas e 10 implantes Dynamix 3,8x10 mm (Cortex) foram inseridos no lado esquerdo pelo método de perfuração convencional (grupo controle). Dez implantes Dynamix 5x10 mm (Cortex) foram inseridos no lado direito (grupo teste) pelo procedimento de osseodensificação (OD) (Densah Burs, Versah). Após 2 meses de cicatrização, as ovelhas foram sacrificadas e realizados exames biomecânicos e histológicos. Não foram observadas falhas de implante após 2 meses de cicatrização. Um aumento significativo da largura do rebordo e porcentagem de volume ósseo (%BV) aproximadamente 30% maior foi detectado no grupo teste. Valores de torque de remoção significativamente melhores e micromovimentos sob forças laterais (valor do micro movimento real) foram registrados para o grupo teste em relação ao grupo controle. A técnica de osseodensificação utilizada no presente estudo in vivo demonstrou ser capaz de aumentar a porcentagem de volume ósseo ao redor de

implantes dentários inseridos em osso de baixa densidade em relação às técnicas convencionais de perfuração de implantes, o que pode desempenhar um papel no aumento da estabilidade do implante e reduzir micromovimentos. A OD permitiu evitar o sacrifício ósseo, que parece inevitável com os procedimentos convencionais de perfuração e evitar trabéculas fraturadas causando um crescimento ósseo tardio, como aconteceu com a técnica de osteótomo. Além disso, este estudo validou a possibilidade de expansão óssea desta técnica de OD, mostrando que o diâmetro mais amplo do implante pode ser inserido no rebordo estreito sem criar deiscência ou fenestração óssea. Futuros estudos humanos in vivo são necessários para confirmar os resultados apresentados no presente artigo.

Lahens et al. (2016) investigaram o efeito da osseodensificação na estabilidade inicial e na osseointegração precoce de implantes endosteais de paredes cônicas e paralelas em ossos de baixa densidade. Foram utilizados cinco ovinos machos. Três implantes foram inseridos no ílio, bilateralmente, totalizando 30 implantes (n=15 cônicos e n=15 paralelos). Cada animal recebeu 3 implantes de cada tipo, inseridos em sítios ósseos preparados da seguinte forma: (i) perfuração regular (R: piloto de 2mm, brocas de torção de 3,2mm e 3,8mm), (ii) osseodensificação no sentido horário (CW) e (iii) perfuração de osseodensificação anti-horária (CCW) com brocas Densah (Versah, Jackson, MI, EUA): brocas multicaneladas de 2,0mm, 2,8mm e 3,8mm. O torque de inserção, em função do tipo de implante e da técnica de perfuração, revelou maiores valores na osseodensificação em relação à perfuração R, independentemente da macrogeometria do implante. Um contato osso-implante (BIC) significativamente maior para ambas as técnicas de osseodensificação ( $p < 0,05$ ) foi observado em comparação com a perfuração R. Não houve diferença estatística no BIC em função do tipo de implante ( $p = 0,58$ ), nem na ocupação da fração área óssea (BAFO) em função da técnica de perfuração ( $p = 0,22$ ), mas obteve-se níveis mais elevados de BAFO para implantes paralelos do que cônicos ( $p = 0,001$ ). Seis semanas após a cirurgia, nova formação óssea juntamente com locais de remodelação foi observada para todos os grupos. Fragmentos ósseos próximos aos implantes foram raramente observados no grupo R, mas comumente observados no CW e mais frequentemente na técnica de osseodensificação CCW. No osso de baixa densidade, os implantes endosteais apresentaram maiores níveis de torque de inserção quando colocados em locais de perfuração de osseodensificação, sem prejuízo de osseointegração em comparação com os métodos de perfuração subtrativa padrão.

Os resultados do estudo sugerem que, independentemente da macrogeometria do implante, a osseodensificação, técnica de perfuração experimental, tem apresentado melhorias na estabilidade primária e no contato osso-implante devido à densificação de detritos ósseos autólogos atuando como autoenxerto compactado.

Gendy et al. (2017) optaram por explorar a nova abordagem de osseodensificação na inserção do implante. Utilizando um modelo animal translacional, 64 implantes foram instalados na coluna cervical de oito ovelhas adultas (n=8/animal) bilateralmente, com cada parafuso pedicular medindo 4,5x45mm. Os animais foram separados em dois momentos, sendo quatro animais in vivo por 12 semanas e quatro animais in vivo por 6 semanas. O lado esquerdo de cada vértebra cervical foi submetido à perfuração subtrativa tradicional, enquanto o lado direito teve implantes instalados por meio de perfuração de osseodensificação. Os animais foram então sacrificados por overdose de anestésico e as vértebras com dispositivos foram removidas em bloco. Para medir a resistência ao arrancamento, todos os implantes foram testados mecanicamente usando uma máquina universal de testes (Instron Series 5560 Norwood, MA) com velocidade de cruzeta de 1,00mm/seg. Para análise histológica, os blocos de implantes foram desidratados em uma série de soluções de etanol e incorporados em uma resina à base de metil metacrilato. Depois de embutidos, esses blocos foram cortados em seções usando uma serra de diamante (Isomet, 2000, Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, EUA). As amostras foram polidas em uma esmerilhadeira (Metaserv 3000, Buchler, Lake Bluff, IL, EUA) e, em seguida, coradas em azul de Stevenel e picro fucsina de Van Gieson, respectivamente. As amostras foram preparadas para análise histológica por meio de software (ImageJ, NIH, Bethesda, MD). Os resultados dos testes biomecânicos foram registrados e analisados como valores médios com os valores correspondentes do intervalo de confiança de 95% (média  $\pm$  IC). A força de arrancamento foi comparada usando vários fatores de tempo in vivo (6 e 12 semanas), bem como o método de perfuração cirúrgica regular (R) e osseodensificação (OD). Todas as análises estatísticas foram completadas com IBM SPSS (v23, IBM Corp., Armonk, NY). A força mecânica de arrancamento colapsou em todos os pontos de tempo delineados sem diferença significativa nos resultados entre as vértebras. No entanto, ao comparar a estabilidade mecânica entre osseodensificação e perfuração regular em 6 semanas, houve força de arrancamento significativamente maior para o grupo OD versus o grupo R. O grupo OD mediu 390N, enquanto o grupo R mediu aproximadamente ~ 300N. Além disso,

no período de 12 semanas, resultados semelhantes foram vistos, pois o grupo OD teve força de arrancamento de ~ 320N e o grupo R de ~ 230N. No geral, ao comparar os dados independentemente das vértebras e ponto de tempo, o grupo OD teve força de arrancamento significativamente maior (~350N) do que o grupo de perfuração R (250N). Todos os resultados foram significativos com  $p < 0,05$ . Além disso, houve evidência histológica inicial de aumento do crescimento ósseo no grupo OD versus grupo R. O teste de arrancamento mecânico demonstrou que a perfuração OD proporciona melhor ancoragem e estabilidade do implante em comparação com o grupo R. A tendência de que a força de arrancamento foi maior em 6 semanas do que em 12 semanas pode ser explicada pelo desenvolvimento adicional da estabilidade secundária no ponto de tempo de 12 semanas. Assim, é evidente que a biomecânica do implante é melhorada com OD tanto na estabilidade primária quanto na secundária.

Alifrag et al. (2018) investigaram os efeitos das técnicas de perfuração de osseodensificação na estabilidade do implante e osseointegração usando implantes de metal trabecular (TM) e ventilação de parafuso cônico (TSV) em um osso de baixa densidade. Seis ovelhas esqueleticamente maduras foram utilizadas, onde seis locais de osteotomia foram preparados em cada uma das ilíacas ( $n=2$ /técnica), um implante TM e um implante TSV foram posteriormente colocados com locais de osteotomia preparados usando um protocolo de perfuração convencional (subtrativo) (R), conforme recomendado pelo fabricante do implante para osso de baixa densidade. Os locais de perfuração no sentido horário (CW) e no sentido anti-horário (CCW) foram submetidos a perfuração de osseodensificação (OD) (aditiva). A avaliação do torque de inserção conforme uma função da técnica de perfuração mostrou que os implantes submetidos à perfuração R produziram um torque de inserção significativamente menor em relação às amostras implantadas em locais OD (CW/CCW) ( $p < 0,05$ ). A análise histomorfométrica mostrou que a osseodensificação demonstra valores significativamente maiores para o contato osso-implante (BIC) e ocupação da fração de área óssea (BAFO). A análise histológica mostrou a presença de remanescentes ósseos, que atuaram como superfícies nucleantes para deposição óssea osteoblástica, facilitando a ponte de osso entre o osso nativo circundante e a superfície do implante, bem como dentro dos espaços abertos da rede trabecular nos implantes TM. Os dispositivos que foram implantados via OD demonstraram estabilidade biomecânica atemporal e osseointegração.

O estudo piloto de Slete, Olin e Prasad (2018) compara a estrutura histomorfométrica do preparo da osteotomia por meio de perfuração de extração padrão (SD), osteótomos de Summers (SO) e um novo método de perfuração sem extração, denominado osseodensificação (OD). O platô tibial porcino fresco foi utilizado como peça cirúrgica. Três métodos de preparo (N= 6/cada) foram usados para preparar 18 osteotomias de acordo com os protocolos do fabricante. Dezoito implantes cônicos 4,7x13mm foram colocados. Após a preparação da osteotomia e colocação do implante, todas as tíbias porcinas foram colocadas em solução de formol a 10% em preparação para coloração histológica e corte. A análise histomorfométrica de todas as amostras foi realizada para comparar o contato osso-implante imediato (BIC) e a porcentagem de volume ósseo dentro de uma zona de 2mm ao redor do implante. A osseodensificação demonstrou 60,3% BIC, a técnica de Summers 40,7% BIC e a perfuração de extração padrão 16,3% BIC. A porcentagem de volume ósseo na largura circundante de 2mm do corpo do implante usando as mesmas unidades de área por amostra foi considerada maior para osseodensificação. A quantidade e integridade do osso trabecular imediatamente ao redor do implante pareciam visivelmente mais intactas, mais densas e mais consistentes na distribuição através da preparação de osseodensificação do que nos outros métodos testados. Isso foi evidente tanto lateralmente quanto apicalmente ao corpo do implante. O método de osseodensificação produziu a presença de partículas finas de enxerto ósseo autógeno em toda a trabécula compactada. Este estudo demonstrou que o preparo da osteotomia pode influenciar tanto o BIC quanto o percentual de volume ósseo ao redor do implante. A presença de partículas de enxerto ósseo autógeno pode atuar como mediadores precoces de novo crescimento ósseo e promover cicatrização mais rápida. Isso pode resultar em valores de torques iniciais aumentados, valores mais altos do quociente de estabilidade do implante, diminuição do micromovimento e progressão mais previsível para a estabilidade secundária. A possibilidade de obter parâmetros de carregamento imediatos ou antecipados é aprimorada.

Huwais et al. (2018) realizaram um estudo clínico retrospectivo, entre 2012 e 2017, para avaliar a eficácia e previsibilidade da técnica de densificação óssea concomitante a elevação da membrana do seio via crista e instalação do implante. Foram incluídos 222 pacientes (115 mulheres e 107 homens) dentre os quais 18% deles eram fumantes, com idade média de 58.4 anos, que receberam 261 implantes no total, pela técnica citada acima, usando o sistema Densah Burs (Versah). A altura

óssea média remanescente era 5.4mm (SD:1.9) e foi conseguido um aumento significativo final de 7mm (SD:2.49). Os diâmetros dos implantes variaram de 3.7 a 6mm e os comprimentos variaram de 10 a 13mm, dependendo do sistema. Em 94% dos casos, os implantes foram inseridos simultaneamente ao levantamento do seio. Nenhuma perfuração da membrana foi observada e apenas 8 implantes falharam, resultando em uma taxa de sobrevivência de 97%, demonstrando que a densificação óssea através da compactação do enxerto é um método eficaz que facilita o levantamento do assoalho do seio.

Kanathila e Pangi (2018) revisaram a literatura a respeito da técnica de osseodensificação e concluíram que através do uso de brocas densificadoras projetadas especialmente para cortar e ao mesmo tempo compactar osso (auto enxerto) na periferia do leito criado para o implante, girando em sentido horário e anti-horário com irrigação abundante, é possível aumentar a estabilidade primária do implante, pré-requisito para uma boa osseointegração, além de expandir a crista óssea residual, sendo ideal para pacientes com baixa qualidade óssea.

Machado et al. (2018) tiveram como objetivo apresentar um caso clínico de carga imediata de implante dentário utilizando a técnica de osseodensificação para otimizar o sítio cirúrgico. Um homem de 44 anos, melanoderma, foi diagnosticado clinicamente com uma fratura radicular no dente 26 com prognóstico desfavorável após tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) (iCAT®, Imaging Sciences International, Hatfield, PA, EUA). O plano de tratamento para o paciente foi a extração dentária seguida imediatamente da instalação do implante. Antes da extração dentária, foram realizadas assepsia da cavidade oral (gluconato de clorexidina 0,12%) e assepsia da pele extraoral (gluconato de clorexidina 0,2%). Em seguida, foi administrada anestesia local com articaína 4% e epinefrina 1:100.000. Após a remoção do dente, a instrumentação óssea inicial para a osseodensificação foi feita com uma broca piloto (1,7mm), apenas para estabelecer a trajetória correta para o pilar restaurador final e para as demais brocas a seguir. O processo de osseodensificação foi iniciado com o sistema Densah® Bur Kit (Versah®, Jackson, Michigan, EUA). As brocas de osseodensificação foram todas operadas com a rotação do motor padronizada de 1.200rpm no sentido anti-horário com irrigação abundante de solução salina. A sequência de brocas utilizada foi: VT1828 (2,3mm), seguida de mais duas brocas de osseodensificação, VT2535 (3,0mm) e VT2838 (3,3mm), na tentativa de instalar um implante de 4,3x13mm (INTRAOSS®, São Paulo, Brasil).

Após a perfuração, o paciente foi submetido à tomografia computadorizada com o intuito de se obter visualização de alguma compactação óssea no novo alvéolo. Na etapa seguinte, o implante foi inserido no sítio cirúrgico com torque de 45Ncm e a média do índice de ressonância  $\pm 73$  e quociente de estabilidade do implante (ISQ) (Osstell®/W&H®, Gothenburg, Suécia) foi medido. Após a colocação do implante, o Biomaterial Xenogene (Lumina-Bone Porous, Critéria Biomateriais, São Paulo, Brasil) foi inserido com fatores de crescimento derivados do sangue no espaço do alvéolo, entre a superfície do implante e o osso vestibular remanescente. A membrana de fibrina rica em plaquetas (PRF) foi utilizada para fechar a ferida aberta na cavidade oral, evitando a exposição do enxerto ósseo. Terminada a confecção do PRF, foi instalado na parte inferior de um pilar 4,5x6x3,5 (INTRAOSS, São Paulo, Brasil) com membrana de colágeno posterior (Critéria, São Paulo, Brasil). Com isso, o PRF foi exposto à cavidade oral em contato com a coroa provisória. A avaliação radiográfica foi realizada por meio de exames de tomografia computadorizada (CBCT) em três tempos cirúrgicos (pré-operatório, transoperatório e imediatamente após a instalação do implante). A região do procedimento (mandíbula esquerda) continha osso esponjoso. Após análise qualitativa do corte axial, evidenciou-se uma densificação sugestiva ao redor do novo sítio cirúrgico, criada pela osseodensificação. Também na incidência coronal, uma imagem sugestiva de corticalização estava presente ao redor do sítio cirúrgico, diferente do que normalmente pode ser observado em um alvéolo dentário natural após exodontia. O presente relato de caso visa estimular mais estudos clínicos randomizados e controlados sobre o uso da técnica de osseodensificação. Também se obteve uma melhor compreensão científica do ganho de estabilidade com a técnica. Neste caso, os resultados clínicos e radiográficos obtidos, seguindo o planejamento inicial, direcionam o cirurgião-dentista a aceitar a hipótese do real ganho de estabilidade primária alcançado com o uso da técnica de osseodensificação. É uma nova técnica de instrumentação óssea que se baseia na preservação do tecido ósseo e autoenxerto de compactação e, como qualquer nova modalidade de tratamento, pode exigir uma curva de aprendizado para obter sucesso reprodutível.

Pai et al. (2018) realizaram uma revisão sistemática para analisar se o procedimento de osseodensificação (OD) tinha alguma vantagem sobre a osteotomia convencional na densidade óssea e estabilidade primária. Foi realizada uma busca eletrônica no banco de dados PUBMED para artigos até 2017 usando MeSH e

palavras-chave como "OD", "estabilidade primária do implante", "osteotomia do implante" e "densidade óssea do implante". Um total de 195 artigos foram identificados e escrutinados para artigos de texto completo, e após triagem, finalmente, três artigos em textos completos foram selecionados para a revisão de acordo com os critérios de inclusão. Concluindo que a OD é um procedimento especializado para a preparação da osteotomia e inerentemente preservador do osso. Ao contrário da osteotomia convencional, utiliza brocas de densificação de alta velocidade especializadas para preparar a osteotomia e o autoenxerto ósseo na fase de deformação plástica. Isso resulta em uma osteotomia expandida com tecido ósseo compactado e denso preservado que ajuda a manter a integridade do rebordo e permite a colocação do implante com estabilidade superior. O uso de brocas Densah (Versah) na OD levou à formação de osteotomias subdimensionadas quando comparadas às brocas convencionais. Ajudou a melhorar a densidade óssea e também aumentou a porcentagem de volume ósseo e o contato osso-implante, melhorando assim a estabilidade do implante. As evidências da literatura atual são inadequadas para tirar conclusões concretas e mais estudos são recomendados neste campo.

Arafat e Elbaz (2019) compararam a elevação do assoalho do seio maxilar, via crista óssea, usando duas técnicas cirúrgicas distintas, com osteótomo e osseodensificação. Foram analisados estatisticamente os seguintes aspectos: estabilidade primária e secundária do implante, perda óssea marginal e ganho da altura óssea. A amostra foi composta por 24 pacientes (17 do sexo masculino e 7 do sexo feminino) com idades entre 23 e 65 anos, que necessitavam de 1 a 2 implantes na região posterior de maxila atrófica com, no mínimo, 5mm de altura óssea residual. Os pacientes foram aleatoriamente divididos em 2 grupos, onde 12 deles foram submetidos a elevação do assoalho do seio por meio de osteótomo (grupo 1) e os outros 12 pacientes por meio de osseodensificação (grupo 2). Os resultados dos tratamentos foram avaliados, clínica e radiograficamente, após 6 meses do pós-operatório e 6 meses após o carregamento. Nos dois intervalos de tempo e em ambos os grupos a taxa de sobrevivência dos implantes foi de 100%. O grupo 2 mostrou valores de coeficiente de estabilidade do implante (ISQ) significativamente mais altos em ambos intervalos de tempo. Houve aumento significativo da altura óssea (ganho ósseo) em ambos os grupos ( $P=0.0001$ ) e o ganho ósseo foi de  $2.79\pm 0.30\text{mm}$  (grupo 1) e de  $3.33\pm 0.25\text{mm}$  (grupo 2). Sendo assim, a elevação do assoalho do seio, via crista, por osseodensificação foi superior a elevação por osteótomo em relação a

estabilidade primária e secundária e ao ganho ósseo. Além disso, concluiu-se que o uso de enxerto ósseo pode não ser essencial usando qualquer umas das duas técnicas cirúrgicas supracitadas.

No estudo in vivo de Tian et al. (2019), o objetivo foi comparar a osseointegração de implantes endosteais colocados em cristas alveolares em mandíbulas atroficas com protocolo cirúrgico de expansão da crista alveolar através de uma perfuração experimental de osseodensificação versus a técnica de osteotomia convencional. Doze implantes endosteais (4x13mm) foram colocados em modelos suínos em cristas mandibulares atroficas subsequente à extração prévia dos pré-molares. Os implantes foram colocados com a técnica de perfuração de osseodensificação no grupo experimental (n=6) e com osteótomo no grupo controle (n=6). Após 4 semanas de cicatrização, as amostras foram recuperadas e coradas com o Azul de Stevenel e o Picro de Van Gieson Fuschin para avaliação histológica. A análise quantitativa através do contato osso-implante (BIC%) e ocupação da fração de área óssea (BAFO%) foram obtidas como valores médios com correspondente intervalo de confiança de 95%. O valor médio da BIC foi de aproximadamente 62,5% no grupo de osseodensificação e 31,4% no grupo de instrumentação convencional. A análise estatística demonstrou um efeito significativo da técnica de perfuração (P=0,018). Não houve diferença estatística na BAFO em função da técnica de perfuração (P=0,198). Os resultados do estudo mostraram que a osseodensificação foi compatível com a técnica de expansão do rebordo alveolar e demonstrou maior evidência de osseointegração e estabilidade primária do implante a partir do ponto de vista histológico e biomecânico, respectivamente. As limitações deste estudo justificam uma investigação temporal adicional para prognóstico a longo prazo da osseointegração do implante após a técnica de expansão do rebordo alveolar através da osseodensificação.

Koutouzis et al. (2019) realizaram um estudo retrospectivo com o objetivo de avaliar os valores de expansão do rebordo imediatamente após a osseodensificação e o resultado da estabilidade primária do implante. Foram incluídos no estudo 21 pacientes que receberam 28 implantes através da osseodensificação. A largura do rebordo alveolar foi medida ao nível da crista e 10mm apical à crista antes e depois da expansão. Os valores do torque de inserção e do quociente de estabilidade do implante (ISQ) foram registrados na colocação dos implantes. Os valores da expansão foram agrupados de acordo com a largura inicial do rebordo

alveolar: grupo 1 - 3 a 4mm (n=9), grupo 2 - 5 a 6mm (n=12) e grupo 3 - 7 a 8mm (n=7). Dos 28 implantes instalados, 26 estavam integrados, resultando em uma taxa de sobrevivência de 92,8%. Houve uma diferença significativa na média do valor de expansão no aspecto coronal do rebordo entre os grupos 1 ( $2.83\pm 0.66\text{mm}$ ), 2 ( $1.5\pm 0.97\text{mm}$ ) e 3 ( $1.14\pm 0.89\text{mm}$ )  $P<0.05$ . As médias dos valores de torque e ISQ foram  $61.2\pm 13.9\text{Ncm}$  e  $77\pm 3.74$ , respectivamente. E concluíram que a osseodensificação pode alterar as dimensões do rebordo e permitir a sua expansão. A maior expansão pode ser esperada na crista dos rebordos estreitos com adequado volume de osso trabecular.

Rosa, Rosa e Huwais (2019) descreveram o uso combinado da técnica de restauração dentoalveolar imediata (IDR) e um método de preparação do local do implante de osseodensificação para melhorar a estabilidade primária imediata do implante em locais de extração comprometidos periodontalmente. O primeiro paciente apresentava um biótipo periodontal fino e um primeiro molar direito maxilar comprometido periodontalmente com abscesso e perda óssea severa. A sondagem periodontal revelou perda óssea vestibular e palatina confirmada por imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT). Apenas o osso crestal interseptal permaneceu entre as raízes. O plano de tratamento consistiu em seguir a técnica IDR. Foi prescrita antibioticoterapia 5 dias antes e 7 dias após a cirurgia devido à contaminação da área afetada. As etapas do tratamento incluíram extração dentária minimamente invasiva, curetagem e limpeza do alvéolo e preparação do local usando o método de preparo do local do implante de osseodensificação. As brocas densificadoras foram utilizadas de acordo com as orientações do fabricante (Versah) em ação não cortante, em rotação anti-horária (CCW) a 1.100rpm com irrigação abundante para preparar a trajetória do local do implante. A colocação imediata do implante na posição tridimensional correta foi alcançada com estabilidade primária adequada de 50Ncm. Uma lacuna de aproximadamente 3mm foi deixada intencionalmente na face vestibular para permitir a reconstrução das paredes do alvéolo com enxerto ósseo córtico-esponjoso colhido da tuberosidade maxilar. As lacunas residuais foram preenchidas com osso esponjoso autógeno particulado, mantendo as paredes ósseas reconstruídas e o tecido mole circundante. O enxerto foi colocado 1mm acima da plataforma do implante. Uma restauração provisória parafusada com perfil de emergência ideal, utilizando a coroa do dente do paciente, foi imediatamente colocada na posição ideal e ajustada para ficar fora de oclusão.

Três meses depois, o tecido mole apresentava preservação do volume e posicionamento das papilas. A restauração definitiva foi realizada após 4 meses usando uma coroa de porcelana parafusada. Após 2 anos, a avaliação clínica mostrou estabilidade do volume dos tecidos moles em relação à margem gengival e papilas, e a CBCT mostrou que as paredes vestibular e palatina permaneceram estáveis, com espessura adequada no primeiro molar superior direito. O segundo paciente apresentou um segundo pré-molar superior esquerdo comprometido com perda óssea severa e um abscesso facial. A sondagem periodontal revelou perda da parede vestibular e a parede palatina estava parcialmente perdida. A imagem de CBCT revelou defeitos ósseos alveolares graves que exigiram reconstrução. Neste caso, a técnica IDR foi realizada utilizando o protocolo de enxerto córtico-esponjoso antes da colocação do implante. O osso residual não foi suficiente para proporcionar uma boa estabilidade primária do implante. Portanto, o método de preparação do local do implante de osseodensificação foi usado para otimizar o local do implante e melhorar a estabilidade primária do implante. Após a preparação inicial do local, brocas de densificação foram usadas em rotação anti-horária, em velocidade lenta (150rpm) para compactar o enxerto autógeno particulado lateralmente e apicalmente contra as paredes do alvéolo remanescente. O implante foi colocado na posição tridimensional com estabilidade primária de 40Ncm. Uma restauração provisória parafusada foi construída usando a coroa do dente do paciente e imediatamente colocada. Os resultados foram avaliados clinicamente 3 meses após o procedimento, e a restauração definitiva foi realizada após 4 meses usando uma coroa de porcelana parafusada. A avaliação clínica de 2 anos mostrou que os volumes de tecidos moles permaneceram estáveis na margem gengival e papilas e a imagem de CBCT mostrou paredes vestibulares e palatinas estáveis com espessura adequada. Os resultados foram analisados por avaliação clínica, fotografia, radiografia e tomografia computadorizada. Esses casos clínicos mostraram reabilitação adequada com implantes em alvéolos recém-extraídos de dentes comprometidos periodontalmente com defeitos ósseos alveolares graves. A combinação da técnica IDR com o método de preparo do local do implante de osseodensificação permitiu um aumento na estabilidade primária do implante, como demonstrado pelo maior torque de inserção alcançado. Quando devidamente indicadas e realizadas, ambas as técnicas podem ser mutuamente benéficas, permitindo que a preparação do local do implante e a

reconstrução óssea do alvéolo sejam realizadas de forma minimamente invasiva, melhorando assim a formação óssea e a osseointegração.

Brandão et al. (2020) apresentaram um estudo de caso clínico, de caráter qualitativo e descritivo, com a utilização da técnica de osseodensificação em uma paciente com atrofia severa da maxila para posterior instalação de implantes dentários sem a utilização da técnica de Summers e enxertos ósseos. Paciente, com 51 anos de idade, do gênero feminino, compareceu a clínica odontológica, com perda de todos os elementos dentários na maxila e com o objetivo de utilizar uma prótese tipo protocolo. Os exames, clínico e tomográfico, evidenciaram a reabsorção significativa do processo alveolar, optando-se pela técnica de osseodensificação ao invés da reconstrução da maxila com enxertos ósseos. Após anestesia (MEPIADRE® 2% 1:100.000 DFL), incisão e rebatimento do retalho mucoperiosteal, foram realizadas as mensurações da espessura óssea alveolar remanescente através de espessímetro cirúrgico, assim foram selecionadas as regiões dos elementos 17, 16, 13, 23, 25 e 27 para inserção dos implantes dentários. Em seguida, procedeu-se o preparo dos leitos receptores utilizando o kit DENSAR® BURS. Foi seguida a sequência de fresagem recomendada pelo fabricante para osso medular, o qual preconiza a broca lança no sentido horário de perfuração e as demais brocas no sentido anti-horário (VT1828 e VT2838), sob irrigação copiosa até atingir os comprimentos e diâmetros dos implantes cônicos selecionados para cada sítio. Após a instalação dos implantes hexágonos externos de plataformas 4.1, Conexão®Grip Hard, com comprimento 10mm nas regiões 16, 17, 25 e 27 e 13mm nas regiões 13 e 23, verificou-se a mensuração individual do coeficiente de estabilidade primária de cada implante (ISQ) com o Osstell®, obtendo-se os seguintes valores: regiões 17 e 27 (ISQ=62), 16 (ISQ=65), 13 (ISQ=74), 23 (ISQ=72) e 25 (ISQ=64). A paciente foi orientada em relação aos cuidados pós-operatórios e foi feita a prescrição de CLAVULIN BD® 875mg + 125mg (a cada 12 horas durante 7 dias), Ibuprofeno 600mg (a cada 12 horas durante 3 dias). Seis meses após o procedimento cirúrgico foi solicitada nova tomografia volumétrica para controle. Durante a reabertura nenhum implante foi perdido. A fase protética iniciou-se após 30 dias da reabertura. Concluindo-se que a osseodensificação é uma nova técnica de preparação biomecânica que mantém a integridade do rebordo alveolar, permitindo a colocação de implantes com maior estabilidade primária, menor morbidade e um menor tempo para finalização do tratamento reabilitador. Porém, é preciso esclarecer que o alto custo e a dificuldade de aquisição do kit Densar Burs

são alguns pontos de desvantagens da técnica empregada. Outros estudos clínicos controlados são necessários para acompanhar ainda mais a eficácia da técnica ao longo do tempo e avaliar o seu desempenho e seus resultados relacionados aos pacientes.

Ibrahim, Ayad e Elashwah (2020) avaliaram o efeito da técnica de osseodensificação (OD) na estabilidade primária e secundária do implante. O estudo foi um ensaio clínico controlado randomizado realizado em 10 pacientes que necessitavam de dois implantes dentários (Implant System – Dentium Co Ltd) no rebordo maxilar posterior. Ambos os sexos foram selecionados na faixa etária de 20 a 50 anos. Foram feitas radiografias panorâmicas e tomografias computadorizadas cone beam (CBCT) para avaliar a qualidade, largura e altura óssea do local a ser operado. A cavidade oral foi preparada fazendo bochecho com clorexidina 0.12% durante 30 segundos. Foi administrada anestesia local Lidocaína 2% na região a ser operada. Foi feita a incisão sobre a crista óssea e descolamento de retalho total. Cada paciente recebeu dois implantes: um implante usando a nova técnica de perfuração de osseodensificação – brocas Densah (Versah) (lado teste) e um implante usando a técnica de perfuração convencional (lado controle). O retalho foi reposicionado e suturado com fio de seda 3.0 (Johnson & Johnson). Os quocientes de estabilidade do implante (ISQ) foram medidos imediatamente após a colocação do implante e 4 meses após a sua colocação. O Osstell foi usado na medição da frequência de ressonância (escala ISQ), que é usada para determinar a quantidade de estabilidade do implante. Todos os pacientes foram medicados com amoxicilina mais ácido clavulânico a cada 12 horas durante 5 dias, diclofenaco de potássio 50mg a cada 8 horas durante 5 dias e bochechos com clorexidina 0.12% por 7 dias. As suturas foram removidas 7 dias após a cirurgia e não foram observados sinais e sintomas de infecção e nenhum problema quanto a cicatrização. A parte protética foi realizada após 6 meses. Os resultados mostraram uma melhora significativa na estabilidade primária e secundária usando brocas Densah ( $74.25 \pm 4.95$  e  $76.90 \pm 4.05$ , respectivamente) quando comparadas ao uso das brocas convencionais ( $59.65 \pm 5.39$  e  $68.25 \pm 5.14$ , respectivamente). As brocas Densah produzem melhor qualidade óssea ao redor do implante do que as brocas convencionais e, portanto, há uma melhora na estabilidade primária e secundária.

Bergamo et al. (2021) compararam o torque de inserção (IT) e os quocientes de estabilidade temporal dos implantes (ISQ) colocados via

osseodensificação (OD) ou perfuração subtrativa (SD). Este ensaio clínico controlado multicêntrico incluiu 56 pacientes que precisavam de pelo menos 2 implantes (n=150 implantes). Os pacientes foram tratados com implantes estreitos, regulares ou largos e implantes curtos, regulares ou longos na região anterior ou posterior da maxila ou na região posterior da mandíbula. As osteotomias foram realizadas seguindo a recomendação do fabricante. O IT foi registrado com um indicador de torque. O ISQ foi registrado com análise de frequência de ressonância imediatamente após a cirurgia, 3 e 6 semanas. Os dados obtidos em função da osteotomia indicaram IT significativamente maior para a OD em relação à SD. A OD superou a SD convencional para todas as comparações pareadas de arcos (maxila e mandíbula) e áreas operadas (anterior e posterior), diâmetros e comprimentos dos implantes, exceto para implantes curtos. No geral, os dados do ISQ também demonstraram valores significativamente mais elevados para a OD em comparação com a SD, independentemente do período de cicatrização. Em relação às leituras imediatas, os valores do ISQ diminuíram significativamente às 3 semanas, regressando aos níveis imediatos às 6 semanas; no entanto, os valores de ISQ permaneceram estritamente acima de 68 durante todo o tempo de cicatrização da OD. Os dados em função do arco operado e da osteotomia, da área operada e da osteotomia, das dimensões do implante e da osteotomia, também apresentaram maiores valores de ISQ para OD em relação ao SD nas comparações pareadas, exceto para implantes curtos. A OD demonstrou maiores valores de IT e ISQ temporal em relação à SD, independentemente do arco e da área operada, bem como do projeto e dimensão do implante, com exceção para implantes curtos. Estudos futuros devem se concentrar em parâmetros biomecânicos e avaliação da alteração do nível ósseo após a carga.

Bleyan et al. (2021) realizaram um estudo retrospectivo multicêntrico para avaliar a eficácia da expansão do septo interradicular através da técnica de osseodensificação para instalação imediata de implantes após extração de molares. Foram avaliados pacientes submetidos à extração de dentes molares e colocação imediata de implante com osseodensificação em cinco centros diferentes (S.B., J.G., S.H., C.S., Z.M.), acompanhados entre agosto de 2015 e setembro de 2020. Os critérios de inclusão selecionaram pacientes com alvéolos de extração de molares com septo interradicular de pelo menos 2,5mm de largura, uso da técnica de osseodensificação para preparação do local do implante e acompanhamento de no mínimo 12 meses após o carregamento com uma restauração definitiva

implantossuportada. Todos os pacientes realizaram tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) antes do procedimento cirúrgico. Foram incluídos 131 pacientes, 90 mulheres e 41 homens, com idade média de 52 anos, que receberam 145 implantes imediatos em alvéolos de extração de molares. O acompanhamento médio dos pacientes incluídos foi de 36 meses. Os motivos da extração dentária foram falha no tratamento endodôntico, fratura radicular ou dentes não restauráveis. Não foram incluídos alvéolos de dentes extraídos por razões periodontais. Um total de 87 implantes foram colocados na mandíbula (72 nos primeiros molares e 15 nos segundos molares) e 58 na maxila (53 nos primeiros molares e 5 nos segundos molares). Todas as intervenções foram realizadas por cirurgiões experientes, que seguiram técnica cirúrgica padronizada. Após anestesia local com articaína (4%) e epinefrina (1:200.000), foi realizada extração dentária sem retalho, o mais atraumática possível, após separação das raízes com ponta diamantada longa e fina, a fim de preservar o osso interradicular e a anatomia geral do alvéolo. O alvéolo foi então completamente curetado para destacar qualquer tecido de granulação que pudesse prejudicar a cicatrização. A largura do septo foi medida diretamente após a extração molar. A medida foi registrada na largura mais estreita do septo. A preparação do local do implante começou com uma broca piloto, no sentido horário, no centro do septo, até 1mm mais profundo do que o comprimento planejado do implante. Densah Burs (Versah, LLC, Jackson, MI, USA) foram usadas sequencialmente no modo OD (Sentido anti-horário, velocidade de perfuração 800-1500rpm, com irrigação abundante) em incrementos pequenos para expandir gradualmente a osteotomia até atingir a largura desejada para o diâmetro planejado do implante. O diâmetro da osteotomia como reflexo da expansão da largura do septo foi então medido diretamente e registrado após a instrumentação do local. Embora cada centro tenha utilizado a empresa de implantes de sua preferência, todos os implantes colocados foram cônicos, ao nível do osso e com conexão interna. Após a colocação do implante na profundidade adequada, as lacunas foram preenchidas com aloenxerto ou aloplástico, dependendo da preferência de cada centro e um pilar de cicatrização personalizado ou de estoque grande foi colocado, sem nenhuma tentativa de avanço coronal dos retalhos para cicatrização por intenção primária. O valor do torque de inserção (ITV) foi registrado e a estabilidade do implante (ISQ) foi medida por análise de frequência de ressonância, imediatamente após a inserção do implante (estabilidade primária) e após a cicatrização, antes da moldagem final (estabilidade

secundária). O período de osseointegração variou de acordo com a decisão de cada clínico, com base nos registros citados acima e na quantidade e qualidade óssea, com um mínimo de 3 meses. Apesar de não seguir um protocolo de medicação padronizado, todos os pacientes receberam prescrição de antibióticos no pós-operatório por 7-10 dias, de acordo com a preferência de cada centro. Observou-se que os alvéolos maxilares apresentaram maiores valores médios de largura do septo interradicular em relação aos mandibulares. A largura média geral do septo na linha de base foi de 3,3mm, e o diâmetro médio da osteotomia pós-instrumentação foi de 4,65mm após expansão com osseodensificação. A estabilidade do implante foi medida pelos valores ITV e ISQ. O ITV foi maior na mandíbula (média 46,72Ncm; variação 30-60Ncm) do que na maxila (média 41,12Ncm; variação 20-60Ncm), com um valor médio global de  $44,48 \pm 8,2$ Ncm. Apenas 6,2% dos implantes tinham ITV <35Ncm, enquanto 35,9% tinham ITV  $\geq$ 50Ncm. O ISQ médio foi de 72,8 (intervalo 60-82) na linha de base no dia da cirurgia (ISQS) e 78,9 (intervalo 70-88) após o período de osseointegração, antes da impressão final (ISQR). O diâmetro do implante variou de 4,2 a 6,4mm e o comprimento variou de 10 a 13mm, dependendo do sistema de implante utilizado em cada centro. Um total de dez implantes (quatro na mandíbula e seis na maxila) falharam: sete dentro do período de cicatrização antes da impressão final e três após o carregamento, resultando em uma taxa de sobrevivência de 93,1%. Apenas dois centros incluíram pacientes fumantes (n = 6), que não apresentaram falha do implante; portanto, nenhuma correlação pode ser avaliada entre tabagismo e falha do implante. O estimador de Kaplan-Meier previu uma taxa de sobrevivência de 93,1% em 12 meses. Este estudo retrospectivo de até 5 anos de acompanhamento mostrou que a osseodensificação é um método viável e previsível para expansão do septo interradicular e colocação imediata de implantes com estabilidade adequada em alvéolos de extração de molares. Além disso, permitiu a introdução de uma nova classificação do alvéolo molar, com base na largura do septo disponível antes da instrumentação. No futuro, estudos clínicos controlados bem desenhados são necessários para confirmar esses resultados e explorar ainda mais as vantagens potenciais desta técnica de preparação do local.

Gaspar et al. (2021), através de uma revisão sistemática, tiveram como objetivo avaliar as evidências disponíveis sobre as características clínicas produzidas pela perfuração por meio da técnica de osseodensificação em comparação com as técnicas convencionais de perfuração. Foram realizadas meta-análises de efeitos

aleatórios de diferença média padronizada (MD) com intervalos de confiança de 95% (CI) e razão de risco. Três estudos não randomizados de intervenções (NRSIS) preencheram os critérios de inclusão e todos foram pontuados como baixo risco de viés. No estudo de Sultana et al., foram incluídos 20 pacientes e distribuídos em dois grupos (no grupo 1, 10 implantes foram colocados pela técnica de perfuração tradicional e no grupo 2, 10 implantes foram colocados pela técnica de perfuração de osseodensificação). A estabilidade primária foi medida por meio de análise de frequência de ressonância (RFA) com Osstell, em ambos os grupos na linha de base (pós-operatório imediato) e após 6 meses, enquanto os níveis ósseos da crista foram medidos na linha de base e aos 6 e 8 meses de pós-operatório. No estudo de Ibrahim et al., 20 implantes foram colocados em 10 pacientes com pelo menos dois dentes ausentes na região maxilar posterior. O quociente de estabilidade do implante (ISQ) foi medido imediatamente e 4 meses após a colocação do implante. E no estudo de Arafat e Elbaz, 24 pacientes que necessitavam de um a dois implantes na região posterior da maxila, com pelo menos 5 mm de altura óssea residual, foram incluídos e alocados aleatoriamente em dois grupos. O grupo 1 (n=12) recebeu osteotomia convencional e técnica de osteótomo para elevação da membrana sinusal; o grupo 2 (n=12) recebeu osseodensificação para preparação do local do implante e elevação do seio crestal. Em ambos os grupos foram realizadas instalações simultâneas de implantes. Não foi utilizado enxerto ósseo em nenhum grupo. O ISQ foi medido após a colocação do implante (estabilidade primária) e 6 meses pós-operatório (estabilidade secundária). A meta-análise mostrou que a técnica de perfuração de osseodensificação apresentou maiores pontuações médias do ISQ na linha de base (MD: 13,1, IC 95%: 10,0 a 16,1,  $P < 0,0001$ ) do que a perfuração convencional, com homogeneidade completa ( $I^2 = 0,0\%$ ). Além disso, a perfuração de osseodensificação apresentou pontuações médias do ISQ mais altas no acompanhamento (MD: 5,99, 95% CI: 1,3 a 10,6,  $P < 0,0001$ ) do que a perfuração convencional, com alta homogeneidade ( $I^2 = 73,0\%$ ). Esta revisão sistemática mostrou que a osseodensificação apresentou um ISQ consistentemente maior na linha de base e em 4 a 6 meses após a colocação do implante em comparação com a perfuração convencional. No entanto, esses resultados devem ser interpretados com cautela, pois apenas três estudos foram selecionados nesta meta-análise. Porém, dentro das limitações dos resultados deste estudo, a técnica de osseodensificação para preparação do local do implante pode ser particularmente útil em osso de baixa

densidade e quando se pretende temporização imediata. Também é importante mencionar que nenhum dos estudos relatou inferioridade dos resultados clínicos da osseodensificação em comparação com os métodos convencionais de perfuração.

No estudo realizado por Salgar (2021), foram selecionados três pacientes, saudáveis e não fumantes, com situações clínicas distintas e difíceis que necessitavam de levantamento de seio maxilar e com um máximo de 1,5 mm de altura óssea residual (RBH). A situação clínica 1 era uma maxila posterior edêntula com grande seio maxilar pneumatizado sem septo; a situação clínica 2 era uma maxila posterior edêntula com grande seio maxilar pneumatizado complicado por compartimentação do septo transversos; e a situação clínica 3 era um único dente posterior ausente com seio maxilar severamente pneumatizado e raízes adjacentes formando as paredes mesial e distal do seio (com um vaso sanguíneo muito grande e radiograficamente visível presente na parede lateral do seio). Radiografias pré-operatórias e imagens 3D através de tomografia computadorizada cone beam (CBCT) foram realizadas para determinar o volume ósseo e descartar patologia sinusal antes da cirurgia. Radiografias pós-operatórias e CBCT foram usados para medir a quantidade e a altura do aumento ósseo no seio. Antibiótico profilático (amoxicilina, 500mg, três vezes ao dia por 1 semana) foi iniciado 1 dia antes com dose adicional de 2g tomada 1 hora antes do procedimento. O paciente fez bochecho pré-operatório com clorexidina 0,12% e mantido por 2 semanas no pós-operatório, foi prescrito ibuprofeno, 600mg, a cada 4 a 6 horas, como analgésico. Foi feita uma avaliação do tamanho, forma e volume do seio maxilar e da altura óssea necessária para o futuro procedimento de implante dentário. Uma avaliação completa da anatomia do seio e dos septos foi realizada. Não havia patologia sinusal antes dos procedimentos cirúrgicos. A medição da RBH do assoalho do seio (0,4-1,5mm) foi medida com CBCT e radiografias periapicais digitais (Dexis; KaVo Dental, Danaher Corp, Washington DC). O quadrante posterior foi anestesiado com 2 tubetes de lidocaína 2% (Dentsply) via infiltração vestibular e palatina. Um retalho de espessura total foi elevado com uma incisão de liberação periosteal. Para as situações clínicas 1 e 2, foram planejados dois sítios de osteotomia, um na região posterior e outro na região anterior do seio (e septo). A confirmação das posições da osteotomia foi feita com dois marcadores de guta-percha e radiografias periapicais digitais. Para a situação clínica 3, a osteotomia foi realizada no centro da crista alveolar do primeiro molar superior ausente. Pontos de eleição (um sulco ou entalhe na superfície óssea) foram feitos na crista do rebordo

nas posições confirmadas da osteotomia com uma broca diamantada redonda grande de alta velocidade e irrigação abundante. Uma broca Densah de 3,0mm de diâmetro (Versah, LLC, Jackson, Miss) no modo de osseodensificação (velocidade da broca CCW 1.100rpm com irrigação abundante) e pressão suave foi usada para alcançar e penetrar o assoalho do seio. A membrana sinusal estava visível e intacta. Usando pressão modulada com um movimento de bombeamento, esta broca foi avançada além do assoalho do seio maxilar em incrementos de 1mm, até um máximo de 3mm. O diâmetro da osteotomia foi aumentado com as próximas brocas Densah sucessivas de 4,0, 5,0 e 5,3mm no modo de osseodensificação (CCW 1.100rpm com irrigação abundante) para obter elevação da membrana sinusal de 3mm em incrementos de 1mm. Novamente, a membrana sinusal estava visível e intacta. Os locais de osteotomia foram preenchidos com aloenxerto cortical mineralizado hidratado (MTF Symbios; Dentsply Sirona). A broca Densah final de 5,0 ou 5,3mm foi usada no modo de osseodensificação (CCW) em baixa velocidade (150rpm) e sem irrigação para impulsionar suavemente o aloenxerto no seio. A broca não foi avançada mais de 3mm além do assoalho do seio. A etapa de propulsão do enxerto foi repetida mais 10 a 15 vezes para facilitar o levantamento adicional da membrana. Nas situações clínicas 1 e 2, foi utilizado 3,0mL de aloenxerto. Na situação clínica 3, foi utilizado 1,0mL de aloenxerto. Para as situações clínicas 1 e 2, o aumento do rebordo horizontal também foi realizado concomitantemente na região dos pré-molares do quadrante. A descorticalização na região dos pré-molares foi realizada com broca nº 330 de alta velocidade e irrigação abundante. Uma membrana de colágeno de longa duração (26-38 semanas) (MTF Symbios OsteoShield; Dentsply Sirona) foi cortada sob medida para se estender sobre o rebordo e proteger o aloenxerto por vestibular e palatino. A membrana foi suturada ao retalho lingual com pontos de ácido poliglicólico (PGA) 3.0 (Polysyn; Look, Surgical Specialties Corp, Westwood, Mass). O osso aloenxerto cortical mineralizado (MTF Symbios) foi usado para aumentar as concavidades e defeitos do rebordo sobre a placa cortical vestibular. A membrana foi então colocada sobre o enxerto ósseo e sobre a placa bucal. Os retalhos foram então reposicionados sobre o osso e a membrana. O fechamento primário sem tensão foi obtido com suturas de ácido poliglicólico 3:0 (PolySyn; Look). Radiografias digitais de acompanhamento pós-operatório foram feitas para medir o aumento vertical na altura óssea do seio, foi verificado um ganho de 10,3 a 13,6mm no seio. Um aumento ósseo em forma de cúpula claramente definido é visto nas radiografias, confirmando a integridade da

membrana Schneideriana, sem perfurações e contenção total do volume do enxerto sob a membrana. Foi observada excelente cicatrização rápida e sem intercorrências. Os três pacientes relataram desconforto pós-operatório mínimo e sangramento sem inchaço. Não houve incidência de perfuração da membrana sinusal Schneideriana ou outras complicações cirúrgicas. As suturas foram removidas após 12 dias. As visitas de acompanhamento foram em 1, 2 e 4 meses. Ressalta-se que a segurança e eficácia deste procedimento depende de um planejamento cauteloso, bem como da habilidade e treinamento avançado do cirurgião. Apesar das limitações deste estudo, o pequeno número de casos e o curto seguimento, com base nos resultados obtidos, pode-se sugerir que a técnica descrita pode representar um procedimento alternativo viável no aumento do seio maxilar via crista óssea. Mais estudos serão necessários para determinar sua eficácia estatística em relação à taxa de sucesso do ganho vertical do procedimento tradicional da janela do seio lateral.

Frizzera et al. (2022) realizaram um estudo piloto in vitro que avaliou o impacto da osseodensificação no aumento da espessura da crista alveolar e na prevenção de defeitos periimplantares bucais. Foram selecionadas 10 mandíbulas frescas de suínos com espessura óssea limitada e utilizados dois protocolos de preparo do local, um com perfuração convencional com brocas cortantes (CTL, n=10) e outro com osseodensificação com brocas Densah® (OD, n=10). Após a preparação do leito de implantes, 20 implantes (4,5x10mm) foram colocados nos locais preparados e o torque de inserção foi registrado. Análises clínicas e fotográficas avaliaram a espessura da crista e a extensão (altura, largura e área) dos defeitos ósseos nas paredes ósseas bucais e linguais após a colocação dos implantes. Medidas tridimensionais foram realizadas utilizando arquivos STL para analisar o aumento de espessura da crista bucal após a preparação do local e colocação do implante. A altura do defeito ósseo bucal foi considerada como resultado primário deste estudo. O aumento da largura do defeito, área, torque de inserção do implante e crista bucal linear após a preparação do local e instalação do implante também foram avaliados. Foram realizadas avaliações não paramétricas com o teste de Mann-Whitney para verificar diferenças entre grupos. De acordo com os resultados não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos na espessura basal da crista. A OD apresentou um torque de inserção significativamente maior, associado à redução da largura do defeito ósseo bucal e lingual, em comparação com CTL. O aumento da espessura da crista bucal após a preparação do local e a colocação do

implante foi significativamente maior na OD em comparação com a CTL. A osseodensificação aumentou a espessura da crista através da expansão óssea e reduziu os defeitos ósseos bucais após a instalação do implante.

Bhargava et al. (2022) investigaram as diferenças na geração de calor e na arquitetura óssea seguindo quatro diferentes técnicas de preparo do local do implante: osteótomos compressivos, brocas convencionais, osseodensificação e sistemas piezoelétricos. Ossos de costelas suínas foram utilizados como modelo para cirurgia de implante. Termopares foram empregados para medir as mudanças de temperatura e micro-TC para avaliar a arquitetura óssea. Foram avaliados os valores de estabilidade primária e torque de inserção dos implantes colocados nos locais diferentemente preparados. As mudanças de temperatura foram maiores com Piezo. A estabilidade primária média utilizando a escala ISQ foi maior para as brocas ( $76,17 \pm 0,90$ ) e menor para os osteótomos ( $71,50 \pm 11,09$ ). O torque de inserção foi significativamente maior com o método de osseodensificação ( $71,67 \pm 7,99$  Ncm) em comparação com brocas, osteótomos e piezo. Os osteótomos apresentaram a maior porcentagem de contato osso com implante ( $39,83 \pm 3,14\%$ ) e o número médio de trabeculares ( $2,02 \pm 0,21$  por mm), enquanto as brocas apresentaram a menor ( $30,73 \pm 1,65\%$ ;  $1,37 \pm 0,34$  por mm). O volume ósseo total no local do implante foi maior com osseodensificação ( $37,26 \pm 4,13$  mm<sup>3</sup>) e menor para os osteótomos ( $33,84 \pm 3,84$  mm<sup>3</sup>). A análise estatística mostrou alta estabilidade primária e diminuição da temperatura durante o preparo do local do implante com a técnica de osseodensificação. Os resultados corroboram o uso da técnica de osseodensificação para o preparo do local do implante. Dentro das limitações deste estudo (modelo ex vivo), os resultados não encontraram uma diferença significativa entre as quatro técnicas de preparação em termos de estabilidade primária, no entanto, o grupo osseodensificação e o sistema piezoelétrico apresentaram torque de inserção significativamente maior do que os demais. Portanto, ao colocar um implante imediatamente carregado, a osseodensificação e o piezo podem proporcionar mais chances de carga imediata ou precoce dos implantes. Além disso, em relação às alterações da microestrutura óssea, houve um aumento no número de trabéculas, levando a um alto percentual de contato osso com implante. Embora os osteótomos apresentassem maior compressão óssea, a osseodensificação mostrou uma deposição concomitante ao longo das paredes da osteotomia sem comprimir demais o osso que pode prejudicar o suprimento de sangue para a interface osso-implante.

Sendo assim, todas as técnicas foram consideradas seguras em termos de superaquecimento ósseo, e o sistema piezoelétrico teve mais chances de aumentar a temperatura óssea, especialmente na primeira perfuração que requer maior tempo de preparação, portanto, pode exigir um clínico mais experiente para ser aplicado com segurança. A osseodensificação apresentou resultados promissores em termos de geração de calor, ao mesmo tempo que apoiou uma boa deposição óssea ao longo da osteotomia.

Ahmed et al. (2022) compararam a técnica de osseodensificação versus a técnica de divisão de cristas na colocação de implantes dentários em relação à estabilidade do implante, torque de inserção, largura e densidade óssea. Vinte indivíduos com uma largura estreita de crista de 3-6 mm ao nível do osso foram incluídos neste estudo. Eles foram divididos em dois grupos: grupo I, sendo realizada a técnica de osseodensificação, e grupo II, sendo utilizada a técnica de divisão de cristas com expansores ósseos e aumento ósseo com stick bone. A estabilidade do implante, o torque de inserção, a duração do procedimento cirúrgico, a largura óssea e a densidade foram todos avaliados pela tomografia computadorizada por feixe cônico (TCFC). O grupo I apresentou maior torque de inserção estatisticamente significativo do que o grupo II. Enquanto o grupo II apresentou aumento estatisticamente significativo na leitura média do ISQ após 6 meses ( $p < 0,001$ ). O grupo II apresentou maior significância estatística no tempo cirúrgico do que o grupo I. O grupo II apresentou maior ganho no aumento ósseo do que o grupo I. O grupo I apresentou aumento estatisticamente significativo da densidade óssea média no pós-operatório, após 3 e 6 meses ( $p < 0,001^*$ ). Enquanto o grupo II apresentou aumento estatisticamente significativo na densidade óssea média no pós-operatório, após 3 e 6 meses ( $p < 0,001$ ). A técnica de osseodensificação demonstrou aumentar a largura da crista, mantendo a estabilidade do implante primário e a densidade óssea em torno de implantes dentários sem sacrificar o osso. O fato de os implantes de ambos os grupos terem sobrevivido demonstrou que a osseodensificação e a divisão de crista com expansores ósseos foram métodos eficazes para expansão óssea alveolar estreita. A piezocirurgia foi um procedimento bem sucedido com pouca perda óssea. O enxerto ósseo com stick bone com plaquetas ricas em fatores de crescimento melhorou a integração óssea em torno do implante dentário significativamente.

Elsheikh et al. (2022) tiveram como objetivo comparar três diferentes técnicas de perfuração para a preparação do local do implante para melhorar a

estabilidade primária do implante unitário carregado na maxila posterior. Um total de 36 implantes dentários foram utilizados neste estudo para a substituição de um único dente ausente ou mais na região posterior maxilar com implante dentário carregado precocemente. Os pacientes foram divididos aleatoriamente em três grupos. No grupo I, a perfuração foi realizada por meio de técnica de perfuração subdimensionada, no grupo II, a perfuração foi realizada com expansores ósseos e, no grupo III, a perfuração foi realizada pela técnica de osseodensificação (OD). Os pacientes foram avaliados, clínica e radiograficamente, imediatamente, 4 semanas, 6 meses, 1 ano, 2 anos e 3 anos após a cirurgia. Todos os parâmetros clínicos e radiográficos foram submetidos a análise estatística. Observou-se que todos os implantes do grupo I foram estáveis e bem-sucedidos, enquanto 11 dos 12 implantes sobreviveram nos grupos II e III. Não houve diferença significativa na saúde dos tecidos moles periimplantares e na perda óssea marginal (LMB) ao longo de todo o período de estudo entre os três grupos, contudo houve diferença significativa na estabilidade do implante e torque de inserção entre os grupos I, II e III no momento da colocação de implantes. Verificou-se que após um período de observação de 3 anos, as três técnicas de perfurações foram bem sucedidas para o carregamento precoce de implantes na maxila posterior (qualidade óssea D4), mas houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo subdimensionado e expansores ósseos e grupos de brocas de Densah em relação a estabilidade primária, de modo que a técnica de perfuração subdimensionada foi uma solução adequada para melhorar a estabilidade primária em ossos de baixa densidade sem necessidade de instrumentos adicionais ou custo, ao contrário dos expansores ósseos e brocas Densah que precisam de brocas especiais com preço e custo adicionais, enquanto o protocolo de perfuração subdimensionado usa as mesmas brocas do sistema de implante kit cirúrgico. Concluiu-se que a preparação do leito do implante utilizando a técnica de perfuração subdimensionada com brocas de geometria semelhante ao implante que está sendo inserido fornece alta estabilidade primária do implante sem a necessidade de instrumentos adicionais ou custo.

O objetivo do estudo *in vitro* de Romeo et al. (2022) foi medir os valores de torque de inserção e remoção de réplicas de implantes dentários inseridas em blocos ósseos artificiais utilizando diferentes brocas cirúrgicas e protocolos de perfuração. Foram utilizados quatro tipos de blocos ósseos artificiais de poliuretano com diferentes espessuras (1 e 2mm) e densidades do osso cortical e esponjoso simulados (macio

1mm, macio 2mm, denso 1mm e denso 2mm). Cada bloco ósseo foi perfurado com brocas Straumann e Densah no sentido horário e anti-horário para um total de 16 condições experimentais. Para cada cenário, 38 réplicas de implantes foram inseridas e removidas após 1 minuto. ANOVA e teste de Tukey HSD foram utilizados para avaliar as diferenças entre cada combinação de broca, direção e tipo ósseo. A perfuração com brocas Densah anti-horária registrou valores estatisticamente maiores tanto para o torque de inserção quanto para remoção, seguido pela perfuração com brocas Densah no sentido horário, brocas Straumann anti-horário e brocas Straumann no sentido horário. Valores crescentes de torque de inserção e remoção foram progressivamente relatados para o tipo ósseo (mole-1mm, denso-1mm, mole-2mm e denso-2mm). Os valores médios de torque de inserção e remoção foram significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ) entre os 4 tipos ósseos, diferentes brocas e com as duas modalidades de perfuração. As brocas Densah resultaram em valores significativamente maiores de torque em comparação com as brocas Straumann para todas as condições experimentais. A espessura da camada cortical e a direção de perfuração no sentido anti-horário desempenham um papel significativo na determinação do torque de inserção do implante.

Soldatos et al. (2022) avaliaram as mudanças de temperatura ( $\Delta T$ ) que ocorrem durante a preparação de osteotomias de implantes dentários usando brocas retas MIS® versus brocas Densah® em um protocolo de perfuração no sentido horário (corte). Duzentos e quarenta (240) osteotomias de brocas de dois sistemas diferentes foram preparadas a 6 mm de profundidade a 800, 1.000 e 1.200rpm, em tíbias frescas e não embalsamadas, obtidas de um cadáver feminino. A mudança de temperatura foi calculada subtraindo a temperatura basal na superfície tibial da temperatura máxima dentro da osteotomia ( $\Delta T = T_{max} - T_{base}$ ). Uma interação independente e uma interação de três vias (projeto da broca, largura da broca e rpm) foi encontrada nas três RPM para as brocas Densah® e a 1.000rpm para as brocas retas MIS®. Conforme o diâmetro das brocas Densah® aumentava,  $\Delta T$  diminuía. Este padrão foi observado apenas a 1.000rpm para as brocas retas MIS®. O uso de brocas 20 vezes a mais do que a recomendação dos fabricantes não afetou significativamente a  $\Delta T$ . Um exame estereoscópico dos espécimes confirmou os achados. O efeito independente e sinérgico do desenho de broca, diâmetro e rpm tiveram um efeito significativo sobre  $\Delta T$  em tíbias humanas, que nunca excedeu o limiar crítico de 47°C para induzir danos celulares.

Punnoose et al. (2022) tiveram como objetivo avaliar e comparar a estabilidade primária e secundária de implantes endosteais cônicos colocados utilizando técnicas de osteotomia por osseodensificação e osteotomia convencional. O presente estudo in vivo foi delineado como um estudo prospectivo, observacional, no qual um total de 26 implantes endosteais foram colocados nas regiões desdentadas posteriores dos maxilares superior e inferior em 13 pacientes divididos em dois grupos. No grupo A, os implantes foram colocados pela técnica de osteotomia por osseodensificação, enquanto no grupo B, a técnica de osteotomia convencional foi utilizada. A estabilidade primária do implante foi medida em ambos os grupos imediatamente após a colocação do implante, enquanto a estabilidade secundária do implante foi medida em ambos os grupos em um intervalo de 4 meses. A análise estatística foi realizada utilizando-se o programa Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versão 20.00 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA), enquanto para a realização da análise foi utilizado um teste t independente, também denominado teste t de Student. O valor médio de estabilidade primária do implante no grupo A foi de 74,5 contra o do grupo B, que foi de 62,08 ( $P=0,001$ ). Da mesma forma, o valor médio de estabilidade secundária do implante no grupo A, após o intervalo de 4 meses, foi de 70,92, enquanto no grupo B foi de 63,69 ( $P=0,001$ ). Os implantes dentários colocados com a técnica de osseodensificação apresentaram maiores valores médios de estabilidade primária e secundária do implante quando comparados aos implantes colocados pela técnica convencional.

Bandela et al. (2022) realizaram um estudo ex vivo com o objetivo de avaliar se o método de osseodensificação alcançaria boa estabilidade primária diante do protocolo de perfuração convencional. O osso ílfaco fresco de ovino foi selecionado semelhante as densidades ósseas D3 e D4. Um total de 22 locais de osteotomia foram preparados na amostra óssea, dos quais 11 foram preparados pelo método de osseodensificação (grupo teste) e os outros 11 por perfuração convencional subdimensionada (grupo controle). A estabilidade primária foi medida por meio da dosagem de torque de inserção (IT), análise de frequência de ressonância (RFA) e torque reverso (RTV) por meio da medição do quociente de estabilidade do implante (ISQ). Os dados registrados foram analisados estatisticamente no programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) Versão 22.0. As diferenças entre os grupos foram comparadas pelo teste U de Mann-Whitney e pelo teste t independente. O teste do coeficiente de correlação de Pearson foi realizado para medir a relação linear entre

duas variáveis. O nível de significância estatística foi estabelecido em  $p < 0,05$ . Quando a correlação entre TI, RTV e ISQ foi medida, observou-se correlação estatisticamente significativa entre TI e RTV ( $p = 0,001$ ) e entre TI e ISQ ( $p = 0,0001$ ). Também foi encontrada correlação estatisticamente significativa ( $p = 0,014$ ) entre o RTV e o ISQ. Os resultados deste estudo demonstraram que a osteotomia realizada pelo método de osseodensificação apresentou valores de TI, RTV e ISQ mais elevados do que o grupo do protocolo convencional subdimensionado. Novas investigações com aumento do tamanho da amostra e mais estudos *in vivo* são necessários para validar a vantagem clínica da técnica de OD, que, se comprovada, pode servir como uma técnica eficiente, acessível e que pode melhorar a qualidade de osseointegração com implantes dentários, mesmo em condições ósseas comprometidas.

EL-Ghobashy, Shaaban e Melek (2022) realizaram este estudo para comparar clinicamente o levantamento do seio via crista com Densah versus osteótomo com colocação simultânea de implante. Este estudo foi desenhado para ser um ensaio clínico randomizado, um total de 11 pacientes com ausência de pré-molares ou molares maxilares e com altura óssea vertical limitada abaixo do assoalho do seio maxilar (5 a 8mm), receberam 12 implantes com osteótomo ou com elevação do seio via crista por osseodensificação. Os 11 pacientes foram divididos em dois grupos, o grupo 1 recebeu levantamento sinusal com osseodensificação, o grupo 2 recebeu levantamento do seio com osteótomo. O acompanhamento clínico foi realizado ao longo de 6 meses. Não foi detectada diferença significativa em relação à dor e edema pós-operatórios. O valor de P ( $0,002^*$ ) apresentou diferença estatística significativa no tempo de operação entre os 2 grupos. A média de estabilidade primária no grupo Densah foi de  $66,17 \pm 9,57$ , enquanto a média no grupo osteótomo foi de  $54,83 \pm 7,19$ . O valor de P ( $0,043^*$ ) apresentou diferença significativa na estabilidade primária entre os dois grupos. Também houve diferença significativa na estabilidade secundária entre os 2 grupos. Pode-se concluir que tanto a osseodensificação quanto a técnica de osteótomo apresentaram boa evolução clínica em 6 meses de seguimento, com melhor estabilidade do implante nos casos de osseodensificação.

Elsaid et al. (2022) avaliaram o levantamento do seio maxilar via crista do rebordo ósseo utilizando a técnica de osseodensificação com colocação simultânea de implantes. Foram incluídos 7 pacientes que necessitavam de implante na maxila posterior atrofica. Em todos os casos, a altura óssea residual entre o seio e a crista alveolar foi de 4-6 mm. O levantamento do seio via crista do rebordo foi realizado

utilizando osseodensificação com colocação simultânea de implantes. A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) foi obtida imediatamente no pós-operatório e 6 meses após a operação. A estabilidade do implante usando Osstell® foi avaliada no momento da colocação do implante e exposição do implante (6 meses). Os resultados mostraram que o ganho médio da altura óssea foi de  $5,33 \pm 0,83$  mm aos 6 meses de pós-operatório. Valor médio da densidade óssea foi de  $818,43 \pm 109,63$  UH. O valor médio do ISQ foi de  $80,00 \pm 3,11$  aos 6 meses de pós-operatório. A duração do procedimento cirúrgico (minutos) variou entre 25-38 minutos, com média de  $30,86 \pm 4,10$  minutos. De acordo com os resultados mencionados, concluiu-se que a elevação do seio maxilar via crista do rebordo utilizando a técnica de osseodensificação com a colocação do implante fornece resultados superiores em relação à densidade óssea e estabilidade do implante, além de ser uma técnica comprovadamente que demanda menor duração cirúrgica, menos invasiva, mais conservadora e que reduz o desconforto pós-operatório para o paciente. A osseodensificação pode ser aplicada em casos com 4 mm ou mais de altura óssea residual. Entretanto, mais estudos são necessários com amostras maiores e períodos de acompanhamento mais longos para avaliar os resultados definitivos de ambas intervenções, e avaliar o seu desempenho e desfecho relacionado ao paciente.

Mohamed, Ayad e ElAshwah (2022) avaliaram o efeito da osseodensificação para o preparo do local do implante em cristas estreitas mandibulares utilizando brocas Densah com relação ao aumento da densidade óssea e largura da crista. O ensaio clínico foi realizado em 14 indivíduos (30-44 anos) com ausência de dentes mandibulares que tiveram seus locais de implante preparados usando brocas Densah em sentido anti-horário sem corte. A largura e a densidade óssea foram aferidas por meio de tomografia computadorizada por feixe cônico (TCFC) antes, imediatamente pós-operatório e após 4 meses. ANOVA com medidas repetidas e testes t pareados foram utilizados para estatística. Verificou-se que a largura óssea no pós-operatório imediato aumentou 45,16%, 19,72%, 8,51% e 22,27% no partes cervical, média, apical e em média, respectivamente ( $P < 0,001$ ). Quatro meses pós-operatório a largura aumentou 43,92%, 18,72%, 8,51% e 21,66% nas partes cervical, média, apical e em média, respectivamente ( $P < 0,001$ ). A densidade óssea aumentou 10,3% imediatamente após o pós-operatório ( $P = 0,212$ ) e 15,06% após 4 meses ( $P < 0,001$ ). Considerando as limitações do estudo, pode-se concluir que a técnica de osseodensificação é eficaz no aumento da largura da crista e da

densidade óssea quando utilizada para a preparação do local do implante em cristas estreitas mandibulares.

## 4 DISCUSSÃO

A Implantodontia vem evoluindo constantemente e trazendo cada vez mais inovações, dentre elas uma nova técnica de instrumentação, denominada osseodensificação, foi introduzida com o objetivo de aumentar a densidade óssea e expandir a osteotomia por meio da compactação de autoenxerto e deformação plástica. Este sistema de preparação biomecânica preserva o osso em um processo de perfuração sem escavação que utiliza brocas multicaneladas com geometria cônica especialmente projetadas para expandir progressivamente a osteotomia enquanto condensa o osso em suas paredes laterais e apicais, aumentando a estabilidade primária do implante associando a um efeito elástico de acomodação<sup>16,17,23,25</sup>. Essa metodologia também pode elevar o assoalho do seio maxilar com baixo risco de perfuração da membrana sinusal, visto que as brocas de osseodensificação são capazes de realizar instrumentação óssea no sentido anti-horário, possibilitando que o assoalho do seio possa ser penetrado pela solução de irrigação e por partículas de osso autógeno durante o processo de perfuração por compactação óssea não escavadora, gerando um descolamento hidráulico da membrana sinusal e sua subsequente elevação<sup>18</sup>.

Ao preservar o volume ósseo em massa com a técnica de osseodensificação, supõe-se que o processo de cicatrização é acelerado devido à matriz óssea autoenxertada, células e bioquímicos que são mantidos in situ e ao longo da superfície do local da osteotomia<sup>17</sup>. Estudos mostram que houve evidência histológica inicial de aumento do crescimento ósseo nos grupos tratados com osseodensificação quando comparados aos grupos utilizando método de perfuração cirúrgica regular<sup>14</sup>. A análise histológica mostrou a presença de remanescentes ósseos, que atuaram como superfícies nucleantes para deposição óssea osteoblástica, facilitando a ponte de osso entre o osso nativo circundante e a superfície do implante, bem como dentro dos espaços abertos da rede trabecular nos implantes de metal trabecular<sup>2</sup>.

A técnica de osseodensificação demonstrou ser capaz de aumentar a porcentagem de volume ósseo (%BV) ao redor de implantes dentários inseridos em osso de baixa densidade em relação às técnicas de perfuração convencionais, o que pode desempenhar um papel no aumento da estabilidade do implante, reduzindo micromovimentos. Além disso, a osseodensificação evita o sacrifício ósseo, que parece inevitável nos procedimentos de perfuração convencionais, e evita trabéculas

fraturadas, como na técnica do osteótomo, que pode resultar em um crescimento ósseo tardio<sup>33</sup>. Este método também foi validado para a expansão óssea em rebordos estreitos, mostrando que implantes de diâmetros mais amplos podem ser inseridos sem criar deiscência ou fenestração óssea<sup>1,15,24,33</sup>. A osseodensificação pode alterar as dimensões do rebordo alveolar e permitir a sua expansão, sendo que a maior expansão pode ser esperada na crista dos rebordos estreitos com adequado volume de osso trabecular<sup>21</sup>. Verificou-se que a osseodensificação aumentou a espessura da crista através da expansão óssea e reduziu a largura dos defeitos ósseos após a preparação do local e instalação do implante<sup>12</sup>. Sendo ideal para pacientes com baixa qualidade óssea<sup>20</sup> e baixa densidade óssea<sup>13</sup>.

Independentemente da macrogeometria do implante, a osseodensificação apresenta melhorias na estabilidade primária do implante e no contato osso-implante (BIC), devido a densificação de detritos ósseos autólogos atuando com autoenxerto compactado<sup>22</sup>. A osseodensificação demonstrou maiores valores de torque de inserção (IT) e quociente de estabilidade temporal do implante (ISQ) em relação a perfuração subtrativa, independentemente do arco e da área operada, bem como do projeto e dimensão do implante, com exceção para implantes curtos<sup>5</sup>. A análise histomorfométrica mostrou que a osseodensificação apresenta valores significativamente maiores para o contato osso-implante (BIC)<sup>2,32</sup> e ocupação da fração de área óssea (BAFO)<sup>2</sup>, porém há estudos que não verificaram diferença estatística nos valores de BAFO em função da técnica de perfuração<sup>22,32</sup>, mas demonstrou níveis mais elevados nos valores de BAFO para implantes paralelos quando comparados a implantes cônicos<sup>22</sup>. Testes de arrancamento mecânico demonstram que a osteotomia com osseodensificação proporciona melhor ancoragem e estabilidade do implante em comparação a osteotomia com técnica de perfuração regular, tornando evidente que a biomecânica do implante é melhorada com a técnica da osseodensificação tanto na estabilidade primária quanto na secundária<sup>14,19,26</sup>. Os preparos com as brocas Densah resultaram em valores significativamente maiores de torque de inserção e remoção em comparação com as brocas Straumann, contudo a espessura da camada cortical e a direção de perfuração no sentido anti-horário desempenham um papel significativo na determinação do torque de inserção do implante<sup>27</sup>.

Quando as estruturas histomorfométricas dos preparos de três diferentes técnicas de osteotomia (perfuração de extração padrão, osteótomos de Summers e

osseodensificação) foram comparadas, verificou-se que a quantidade e integridade do osso trabecular imediatamente ao redor do implante pareciam visivelmente mais intactas, mais densas e mais consistentes na distribuição através da preparação de osseodensificação do que nos outros métodos testados. Isso foi evidente tanto lateralmente quanto apicalmente ao corpo do implante. O método de osseodensificação produziu a presença de partículas finas de enxerto ósseo autógeno em toda a trabécula compactada. Demonstrando que a técnica de preparo da osteotomia pode influenciar tanto o BIC quanto o %BV ao redor do implante. A presença de enxerto ósseo autógeno pode atuar como mediador precoce de novo crescimento ósseo e promover uma cicatrização mais precoce, resultando em valores de torque iniciais aumentados, valores mais altos do quociente de estabilidade do implante (ISQ), diminuição do micromovimento e progressão mais previsível para a estabilidade secundária, o que aumenta a possibilidade de se obter parâmetros de carregamento imediatos ou antecipados<sup>30</sup>.

Há estudos de casos clínicos que mostram reabilitação adequada com implantes em alvéolos de dentes recém-extraídos periodontalmente comprometidos e com defeitos ósseos alveolares graves, demonstrando que o uso combinado da técnica de restauração dentoalveolar imediata (IDR) com o método de preparo do local do implante por meio da osseodensificação permitiu um aumento na estabilidade primária do implante, com torque de inserção dos implantes de 40 e 50Ncm, mostrando que quando devidamente indicadas e realizadas, ambas as técnicas podem ser mutuamente benéficas, permitindo que a preparação do local do implante e a reconstrução óssea do alvéolo sejam realizadas de forma minimamente invasiva, melhorando assim a formação óssea e a osseointegração<sup>28</sup>. Em outro estudo a fase protética foi iniciada após 30 dias da reabertura, sendo possível verificar mais uma vez a manutenção da integridade do rebordo alveolar, permitindo a instalação de implantes com maior estabilidade primária, menor morbidade e um menor tempo para finalização do tratamento reabilitador<sup>8</sup>.

Um estudo retrospectivo de até 5 anos de acompanhamento mostrou que a osseodensificação é um método viável e previsível para expansão do septo interradicular e colocação imediata de implantes com estabilidade adequada em alvéolos de extração de molares sem comprometimento periodontal. Além disso, permitiu a introdução de uma nova classificação do alvéolo molar, com base na largura do septo disponível antes da instrumentação<sup>7</sup>.

De acordo com outro estudo que comparou três diferentes técnicas de perfuração (perfuração subdimensionada, expansores ósseos e osseodensificação), após um período de observação de 3 anos, todas as técnicas foram bem sucedidas para o carregamento precoce de implantes na maxila posterior (qualidade óssea D4), mas houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo subdimensionado e expansores ósseo e o grupo de brocas Densah em relação a estabilidade primária, de modo que a técnica de perfuração subdimensionada com brocas de geometria semelhante ao implante que será inserido, foi uma solução adequada para melhorar a estabilidade primária em ossos de baixa densidade sem necessidade de instrumentos ou custo adicionais, ao contrário dos expansores ósseos e brocas Densah<sup>11</sup>. Em outro estudo, a osteotomia por osseodensificação apresentou valores de torque de inserção (IT), torque reverso (RTV) e quociente de estabilidade do implante (ISQ) mais elevados quando comparados com o grupo do protocolo convencional subdimensionado<sup>4</sup>.

O uso de brocas Densah (Versah) na osseodensificação (modo densificante, sentido anti-horário) levou à formação de osteotomias subdimensionadas quando comparadas às brocas convencionais<sup>17,25</sup>.

De acordo com estudos, análises estatísticas mostraram alta estabilidade primária e diminuição da temperatura durante o preparo do local do implante com a técnica de osseodensificação, apresentando resultados promissores em termos de geração de calor. Além disso, a osseodensificação mostrou uma deposição concomitante ao longo das paredes da osteotomia sem comprimir excessivamente o osso, que poderia prejudicar o suprimento de sangue para a interface osso-implante. Todas as técnicas testadas (osteótomos compressivos, brocas convencionais, osseodensificação e sistemas piezoelétricos) foram consideradas seguras em termos de superaquecimento ósseo, sendo o sistema piezoelétrico com maior probabilidade de aumentar a temperatura óssea durante a preparação do local<sup>6</sup>. Outro estudo comparando protocolos de perfuração no sentido horário (corte), incluindo o sistema de brocas Densah (Versah), verificou que conforme o diâmetro das brocas Densah aumentava, a mudança de temperatura diminuía. O uso de brocas 20 vezes a mais do que a recomendação do fabricante não afetou significativamente a mudança de temperatura. Concluindo-se que o efeito independente e sinérgico do desenho de broca, diâmetro e velocidade de rotação tiveram um efeito significativo sobre a

variação de temperatura em tíbias humanas, porém nunca excedeu o limiar crítico de 47°C para induzir danos celulares<sup>31</sup>.

A elevação do assoalho do seio maxilar, via crista óssea, por osseodensificação pode ser superior a elevação por osteótomos em relação a estabilidade primária e secundária do implante<sup>9,10</sup> e ao ganho ósseo, podendo não ser essencial o uso de enxerto ósseo<sup>3</sup>. Além de ser uma técnica comprovadamente que demanda menor duração cirúrgica, menos invasiva e que reduz o desconforto pós-operatório para o paciente<sup>10</sup>. Podendo ser aplicada em casos com 4mm ou mais de altura óssea residual<sup>3,9,10,18</sup>, como até em casos com 1,5mm de altura óssea residual<sup>29</sup>. É possível sugerir que este método pode representar um procedimento alternativo viável no levantamento do seio maxilar, pois não houve incidência de perfuração da membrana sinusal Schneideriana ou outras complicações cirúrgicas, apresentando cicatrização rápida e sem intercorrências. Contudo, ressalta-se que a segurança e eficácia deste procedimento depende de um planejamento cauteloso, bem como da habilidade e treinamento avançado do cirurgião<sup>29</sup>.

É importante mencionar que nenhum dos estudos relatou inferioridade dos resultados clínicos da técnica de osseodensificação em comparação com os métodos convencionais de perfuração<sup>13</sup>.

Os estudos demonstram que a taxa de sobrevivência dos implantes aonde a osteotomia foi feita através da osseodensificação é superior a 90%<sup>3,7,8,18,21</sup>.

Em meio a tantas vantagens, é preciso esclarecer que o alto custo e a dificuldade de aquisição do kit de brocas Densah (Versah) são alguns pontos de desvantagens da técnica de osseodensificação<sup>8</sup>. Além disso, por ser uma nova técnica pode exigir uma curva de aprendizado para obter sucesso reprodutível<sup>23</sup>.

## 5 CONCLUSÃO

Na Implantodontia, é necessário um adequado remanescente ósseo para a instalação do implante dentário com posicionamento tridimensional satisfatório. Contudo, esta condição nem sempre é encontrada devido a remodelação óssea alveolar. Com base na revisão de literatura realizada, pode-se concluir que a técnica de osseodensificação é uma alternativa viável e segura quando comparada às técnicas convencionais de perfuração, como também às técnicas convencionais utilizadas tanto para aumentos ósseos em espessura e em altura quanto para melhoria da densidade óssea. A osseodensificação é conseguida por meio de instrumentos rotatórios, que através do desenho de suas fresas e direção de rotação, é capaz de compactar e aumentar a densidade óssea enquanto expande o tecido ósseo durante a osteotomia, lateral e apicalmente, garantindo maior estabilidade primária do implante, requisito imprescindível para osseointegração, permitindo a instalação imediata de implantes dentários muitas vezes sem a necessidade de enxertos ósseos. Apesar de ser uma técnica de grande aplicabilidade clínica, a osseodensificação apresenta limitações, pois fornece aumentos ósseos limitados, não sendo considerada um real substituto aos enxertos ósseos, é contra indicada em casos de cirurgias guiadas, devido a necessidade de irrigação abundante e em casos onde o tecido ósseo a ser expandido é um osso cortical denso, como qualquer outra técnica necessita de uma curva de aprendizado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, O. F. M. S.; MAHMOUD, A. A. F.; ALI, H. E. M.; ALASHMAWY, M. M.; ABDULLAH, A. B.; FATTAH, M. A. A.; ABDO, A. A. T. Assessment of narrow alveolar ridge expansion by ossiodensification vs. ridge splitting technique for dental implant placement: clinical and radiographic study. **International Journal of Health Sciences**, v. 6, n. S9, p. 392-403, aug., 2022.

ALIFARAG, A.; LOPEZ, C. D.; NEIVA, R. F.; TOVAR, N.; WITEK, L.; COELHO, P. G. Temporal osseointegration: early biomechanical stability through osseodensification. **Journal of Orthopaedic Research**, p. 1-8, 2018.

ARAFAT, S. W.; ELBAZ, M. A. Clinical and radiographic evaluation of osseodensification versus osteotome for sinus floor elevation in partially atrophic maxilla: a prospective long term study. **Egyptian Dental Journal**, v. 65, n. 1, p. 189-195, jan., 2019.

BANDELA, V.; SHETTY, N.; MUNAGAPATI, B.; BASANY, R. B.; KANAPARTHI, S. Comparative evaluation of osseodensification versus conventional osteotomy technique on dental implant primary stability: an ex vivo study. *Cureus* 14(10): e30843. doi:10.7759/cureus.30843, oct., 2022.

BERGAMO, E. T. P.; ZAHOU, A.; BARRERA, R. B.; HUWAIS, S.; COELHO, P. G.; KARATEEW, E. D.; BONFANTE, E. A. Osseodensification effect on implants primary and secondary stability: multicenter controlled clinical trial. **Clinical Implant Dentistry and Related Research**, v. 23, n. 3, p. 317-328, jun., 2021.

BHARGAVA, N.; PERROTTI, V.; CAPONIO, V. C. A.; MATSUBARA, V. H.; PATALWALA, D.; QUARANTA, A. Comparison of heat production and bone architecture changes in the implant site preparation with compressive osteotomes, osseodensification technique, piezoelectric devices, and standard drills: an ex vivo study on porcine ribs. **Odontology**, v. 111, n. 1. p. 142-153, jan., 2023. doi: 10.1007/s10266-022-00730-8. Epub 2022 Jul 19.

BLEYAN, S.; GASPAR, J.; HUWAIS, S.; SCHWIMER, C.; MAZOR, Z.; MEDES, J. J.; NEIVA, R. Molar septum expansion with osseodensification for immediate implant placement, retrospective multicenter study socket classification. **Journal of Functional Biomaterials**, v. 12, n. 66, p. 1-15, 2021.

BRANDAO, T. L.; MARAO, H. F.; ROMAN-TORRES, C. V. G.; SENDYK, W. R.; PIMENTEL, A. C. Osseodensificação em maxila atrófica para posterior instalação de implantes dentários. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, e305985814, 2020 (CC BY 4.0) ISSN 2525-3409. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i85.5814>.

EL-GHOBASHY, M. T.; SHAABAN, A.; MELEK, L. Osseodensification by densah burs versus osteotome for transcrestal maxillary sinus lifting with simultaneous implant placement. *Alexandria Dental Journal*, DOI:10.21608/adjalexu.2022.111046.1238, oct., 2022.

ELSAID, M. G. A. H.; ABOELHASAN, M. F.; SHUMAN, M. A. E.; ALASHMAWY, M. M. M.; ABDELRAHMAN, A. O. A.; ELWASEEF, S. S. M. M. A. Transcrestal sinus lift with simultaneous implant placement using osseodensification in posterior maxilla with residual bone height of 4-6 mm. **The Brazilian Dental Science**, v. 25, n. 4, p. 1-7, oct. dec., 2022

ELSHEIKH, H. A.; GADALLAH, A. T.; MOWAFEY, B.; KANDIL, I.; SALEM, A. S. Impact of three different surgical drilling protocols on early loaded single implant in posterior maxilla: a 3-year follow-up. **The Journal of Contemporary Dental Practice**, v. 23, n. 8, p. 819-827, aug., 2022.

FRIZZERA, F.; SPIN-NETO, R.; PADILHA, V.; NICCHIO, N.; GHIRALDINI, B.; BEZERRA, F.; MARCANTONIO JR, E. Effect of osseodensification on the increase in ridge thickness and the prevention of buccal peri-implant defects: an in vitro randomized split mouth pilot study. **BMC Oral Health**, v. 22, n. 1, p. 1-9, ju. 2022.

GASPAR, J.; PROENÇA, L.; BOTELHO, J.; MACHADO, V.; CHAMBRONE, L.; NEIVA, R.; MENDES, J. J. Implant stability of osseodensification drilling versus

conventional surgical technique: a systematic review. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v. 36, n. 6, p. 1104-1110, 2021.

GENDY, F.; KURGANSKY, G.; CAVDAR, L.; LOPEZ, C.; WITEK, L.; COELHO, P.; TORRONI, A. Mechanical Properties of osseodensification drilling as compared to regular drilling. Society for Biomaterials annual meeting and exposition 2018: exploring the nexus of research and application, part 2: Society for Biomaterials 41st annual meeting and exposition 2018, 11-14 April 2018, Atlanta, Georgia, USA

HOFBAUER, A. M.; HUWAIS, S. Osseodensification facilitates ridge expansion with enhanced implant stability in the maxilla: part II case report with 2-year follow-up. **Implant Practice**, v. 8, n. 2, p. 18-25, 2015.

HUWAIS, S. Enhancing implant stability with osseodensification – a case report with 2-year follow-up. **Implant Practice**, v. 8, n. 1, p. 28-34, feb-mar., 2015.

HUWAIS, S.; MEYER, E. G. A novel osseous densification approach in implant osteotomy preparation to increase biomechanical primary stability, bone mineral density, and bone-to-implant contact. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, doi: 10.11607/jomi.4817, p. 1-10, 2016.

HUWAIS, S.; MAZOR, Z.; IOANNOU, A. L.; GLUCKMAN, H.; NEIVA, R. A multicenter retrospective clinical study with up-to-5-year follow-up utilizing a method that enhances bone density and allows for transcrestal sinus augmentation through compaction grafting. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v. 33, n. 6, p. 1305-1311, 2018.

IBRAHIM, A. M.; AYAD, S. S.; ELASHWAD, A. The effect of osseodensification technique on implant stability (clinical trial). **Alexandria Dental Journal**, v. 45, n. 2, p. 1-7, 2020.

KANATHILA, H.; PANGI, A. An insight into the concept of osseodensification-enhancing the implant stability and success. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, v. 12, n. 7, p. 1-3, jul., 2018.

KOUTOUZIS, T.; HUWAIS, S.; HASAN, F.; TRAHAN, W.; WALDROP, T.; NEIVA, R. Alveolar ridge expansion by osseodensification-mediated plastic deformation and compaction autografting: a multicenter retrospective study. **Implant Dentistry**, v. 00, n. 00, p. 1-7, 2019.

LAHENS, B.; NEIVA, R.; TOVAR, N.; ALIFARAG, A. M.; JIMBO, R.; BONFANTE, E. A.; BOWERS, M. M.; CUPPINI, M.; FREITAS, H.; WITEK, L.; COELHO, P. G. Biomechanical and histologic basis of osseodensification drilling for endosteal implant placement in low density bone. An experimental study in sheep. **Journal The Mechanical Behavior Biomedical Materials**, v. 63, p. 56-65, oct., 2016.

MACHADO, R. C. M.; GAMA, C. S.; BATISTA, S. H.; RIZZO, D.; VALIENSE, H.; MOREIRA, R. F. Tomographic and clinical findings, pre-, trans-, and post-operative, of osseodensification in immediate loading. **International Journal of Growth Factors and Stem Cells in Dentistry**, v. 1; n. 3; p. 1-5, sep-dec., 2018.

MOHAMED, A. S.; AYAD, S. S.; ELASHWAH, A. A. Role of osseodensification technique in mandibular ridge expansion (clinical trial). **Alexandria Dental Journal**, v. 47, n. 3 A, p. 1-7, dec., 2022.

PAI, U. Y.; RODRIGUES, S. J.; TALREJA, K. S.; MUNDATHAJE, M. Osseodensification – a novel approach in implant dentistry. **The Journal of Indian Prosthodontic Society**, v. 18, n. 3, p. 196-200, jul-sep., 2018.

PUNNOOSE, K.; KUMAR, G. A.; MAHESH, B.; GOVINDARAJULU, R.; AMALORPAVAM, V.; EBINU, A.; BABU, J. S.; SWARNALATHA, C.; NAYYAR, A. S. Osseodensification implant site preparation technique and subsequent implant stability: a pilot study. **Journal of Orthodontic Science**, v. 11, n.1, p. 50, oct., 2022.

ROMEO, D.; CHOCHLIDAKIS, K.; BARMAK, A. B.; AGLIARDI, E.; RUSSO, L.; ERCOLI, C. Insertion and removal torque of dental implants placed using different drilling protocols: an experimental study on artificial bone substitutes. **Journal of Prosthodontics**, sep., 2022.

ROSA, J. C. M.; ROSA, A. C. P. O.; HUWAIS, S. Use of the immediate dentoalveolar restoration technique combined with osseodensification in periodontally compromised extraction sites. **The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry**, v. 39, n. 4, 2019.

SALGAR, N. Osseodensified crestal sinus window augmentation: an alternative procedure to the lateral window technique. **Journal of Oral Implantology**, v. 47, n. 1, p. 45-55, apr., 2021.

SLETE, F. B.; OLIN, P.; PRASAD, H. Histomorphometric comparison of 3 osteotomy techniques. **Implant Dentistry**, v. 27, n. 4, p. 424-428, 2018.

SOLDATOS, N.; PHAM, H.; FAKHOURI, W. D.; NGO, B.; LAMPROPOULOS, P.; TRAN, T.; WELTMAN, R. Temperature changes during implant osteotomy preparations in human cadaver tibiae comparing MIS® straight drills with Densah® burs. **Genes**, v. 13, n. 1716, p. 1-15, sep., 2022.

TIAN, J. H.; NEIVA, R.; COELHO, P. G.; WITEK, L.; TOVAR, N. M.; LO, I. C.; GIL, L. F.; TORRONI, A. Alveolar Ridge Expansion: Comparison of Osseodensification and Conventional Osteotome Techniques. **The Journal Craniofacial Surgery**, v. 30, n. 2, p. 607-610, mar. apr., 2019.

TRISI, P.; BERARDINI, M.; FALCO, A.; VULPIANI, M. P. New osseodensification implant site preparation method to increase bone density in low-density bone. In vivo evaluation in sheep. **Implant Dentistry**, v. 25, n. 1, p. 1-8, 2016.