



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**ANCORAGEM ABSOLUTA COM RECURSO A MINI-IMPLANTES
ORTODÔNTICOS: LOCALIZAÇÕES ANATÓMICAS E
APLICAÇÕES CLÍNICAS**

Trabalho submetido por
Inês Moreira Magno Pinto
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Setembro de 2022



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**ANCORAGEM ABSOLUTA COM RECURSO A MINI-IMPLANTES
ORTODÔNTICOS: LOCALIZAÇÕES ANATÓMICAS E
APLICAÇÕES CLÍNICAS**

Trabalho submetido por
Inês Moreira Magno Pinto
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutor Hélder Nunes Costa

Setembro de 2022

Dedicatória

Ao meu avô.

Agradecimentos

Ao Prof. Doutor Hélder Nunes Costa, por ter aceite ser meu orientador, por toda a partilha de conhecimento, pela disponibilidade, acessibilidade, dedicação, rigor e extrema simpatia ao longo de todo este tempo.

Ao Instituto Universitário Egas Moniz e a todos os seus docentes, pelo carinho e por todo o conhecimento que me transmitiram ao longo destes 5 anos.

À minha mãe, ao meu pai e à minha irmã, pela educação que me deram, pelos valores que sempre me transmitiram e pelo apoio incondicional nos meus melhores e piores momentos. Por estarem sempre disponíveis, pela ajuda constante e pelo amor gigante. Por serem os pilares da minha vida e as pessoas que mais amo.

Aos meus amigos, os melhores que há, aos que fiz na faculdade e que são para a vida e aos que já faziam parte dela e continuarão sempre a fazer. Passámos juntos os momentos mais felizes e divertidos, mas também os mais stressantes, os de estudo e até mesmo os mais tristes. Obrigada por me apoiarem e me acompanharem sempre.

Resumo

Numa época em que as pessoas são cada vez mais exigentes, devido à crescente relação entre o bem-estar e a aparência, a estética dentária não é exceção. O campo da Medicina Dentária, e mais especificamente a ortodontia, tem desenvolvido técnicas e tratamentos capazes de melhorar ao pormenor o sorriso das pessoas.

Durante o planeamento e execução do tratamento ortodôntico, a ancoragem ortodôntica é uma preocupação, uma vez que desempenha um papel determinante no sucesso terapêutico. É definida como a resistência ao movimento dentário indesejado, conseguida, na ancoragem absoluta, por não haver movimento das unidades de ancoragem. Existem múltiplas formas de ancoragem ortodôntica, algumas abordagens são, em parte, dependentes da colaboração do paciente, sendo este também uma peça importante para alcançar o efeito desejado no tratamento.

No sentido de tentar colmatar algumas das desvantagens da ancoragem tradicional dento suportada, os mini-implantes são um sistema de ancoragem esquelética temporária em utilização crescente nos tratamentos ortodônticos. Com a utilização de mini-implantes, é possível evitar movimentações indesejadas, conseguindo uma ancoragem absoluta e a movimentação apenas das unidades dentárias desejadas. Para a obtenção de bons resultados é fundamental a determinação dos locais ideais para a colocação dos mini-implantes, apesar de, dado o seu tamanho reduzido, as limitações aos locais de inserção diminuirão consideravelmente, permitindo alta versatilidade de aplicação clínica deste tipo de ancoragem.

Com a elaboração deste trabalho, pretende-se analisar os benefícios e as aplicações clínicas dos mini-implantes ortodônticos como ancoragem esquelética, bem como estudar as localizações viáveis para sua a colocação.

Para a elaboração desta revisão narrativa, foi realizada uma revisão da literatura científica publicada, recorrendo aos motores de busca PubMed, Scielo, Cochrane, assim como consultando o acervo bibliográfico do Instituto Universitário Egas Moniz (IUEM).

Palavras-chave: “Mini-implantes ortodônticos”, “Ancoragem esquelética”, “Localizações anatómicas” e “Aplicações clínicas”.

Abstract

At a time when people are increasingly demanding, due to the growing relationship between well-being and appearance, dental aesthetics is no exception. The field of dental medicine, and more specifically orthodontics, has developed techniques and treatments capable of improving people's smiles in detail.

During orthodontic treatment planning and execution, orthodontic anchorage is a concern, since it plays a determining role in therapeutic success. It is defined as the resistance to unwanted tooth movement obtained, in absolute anchorage, by not moving the anchorage units. There are multiple forms of orthodontic anchorage, some approaches are partly dependent on patient compliance, which is also an important piece to achieve the desired treatment effect.

In order to try to overcome some of the disadvantages of traditional dento-supported anchorage, mini-implants are a temporary skeletal anchorage system in increasing use in orthodontic treatment. With the use of mini-implants, it is possible to avoid unwanted movements, achieving an absolute anchorage and moving only the desired dental units. In order to obtain good results, it is essential to determine the ideal places for the placement of mini-implants, although, due to their small size, the limitations of the insertion places are considerably reduced, allowing a high versatility of clinical application of this type of anchorage.

This study aims to analyse the benefits and clinical applications of orthodontic mini-implants as skeletal anchorage and to study the ideal locations for their placement.

To prepare this narrative review, a review of the published scientific literature was performed using the PubMed, Scielo and Cochrane search engines, as well as consulting the bibliographical collection of the Instituto Universitário Egas Moniz (IUEM).

Keywords: "Orthodontic miniscrews", "Skeletal anchorage", "Anatomical locations" and "Clinical applications".

Índice

I.	INTRODUÇÃO.....	11
II.	DESENVOLVIMENTO.....	13
	a. Evolução histórica da ancoragem esquelética	13
	b. Resposta biológica dos mini-implantes como ancoragem esquelética.....	16
	c. Indicações, Contra-indicações e Taxas de sucesso da ancoragem esquelética com mini-implantes.....	18
	d. Fatores de sucesso da ancoragem esquelética com mini-implantes	24
	i. Relativos ao paciente.....	24
	ii. Relativos aos mini-implantes	26
	iii. Relativos ao clínico	27
	e. Localizações anatómicas para a colocação de mini-implantes.....	29
	iv. Regiões alveolares interradiculares	31
	v. Regiões para radiculares/extra-alveolares na maxila	33
	1. Crista infrazigomática	33
	2. Tuberosidade maxilar.....	34
	vi. Regiões para radiculares/ extra-alveolares na mandíbula.....	35
	3. Plataforma vestibular e região posterior da mandíbula.....	35
	4. Ramos ascendente da mandíbula.....	36
	vii. Palato.....	37
	f. Aplicações clínicas	38
	g. Limitações/Complicações.....	48
III.	CONCLUSÃO.....	51
IV.	BIBLIOGRAFIA	53

Índice de Figuras

Figura 1: Localização preferida entre o primeiro e o segundo molares. Na vista oclusal, o local preferido para um mini-implante infrazigomático é mostrado com um círculo (Adaptado de Chang, Lin & Yeh, 2018).	34
Figura 2: Mini-implante colocado na tuberosidade maxilar. Fotografia cedida pelo Prof. Doutor Hélder Nunes Costa.....	35
Figura 3: Plataforma vestibular (área a vermelho), local ideal para inserção de mini-implantes, entre o primeiro e o segundo molares inferiores (Adaptado de Nanda et al., 2020).....	36
Figura 4: Mini-implantes no ramo ascendente da mandíbula para verticalização dos molares impactados e horizontalizados. Foi colocado um botão nos molares e aplicada uma força de tração entre o botão e o mini-implante (Adaptado de Chang, Lin & Eugene Roberts, 2018).	37
Figura 5: Aplicação de força de intrusão através de mini-implantes a vestibular e a palatino do dente a intruir (Retirado de Nanda & Uribe, 2008).	40
Figura 6: Radiografias durante o tratamento (Tx) e após o tratamento (Post-tx) e fotografias intra-orais mostram extrusão dos caninos superiores, profundamente impactados (setas vermelhas) com recurso a mini-implantes infrazigomáticos (setas azuis) (Adaptado de Chang, Lin & Yeh, 2018).	41
Figura 7: Distalização de dentes posteriores através de ancoragem direta dos mini-implantes e com recurso a uma mola aberta de Ni-Ti (Adaptado de Nanda et al., 2020).	43
Figura 8: Barra transpalatina para manter a forma da arcada, à esquerda. Mini-implante entre o segundo pré-molar e o primeiro molar superiores, com uma força de retração através de uma mola de Ni-Ti (Adaptado de Nanda & Uribe, 2008).	44
Figura 9: Vista oclusal antes (A) e depois (B) da expansão palatina com ancoragem esquelética através de mini-implantes no palato (Adaptado de Jones et al., 2020).....	45
Figura 10: Distalização unilateral de molares superiores, usando aparelho pêndulo com ancoragem esquelética no palato (Adaptado de Ludwig et al. 2011).	46
Figura 11: Telerradiografias de perfil pré-tratamento (Pré-tx) e após o tratamento (Póst-tx) de pacientes com má oclusão de classe II, acoossada à vestibularização dos incisivos	

superiores. As más oclusões foram corrigidas, de modo conservador, com tração de mini-implantes infrazigomáticos bilaterais (Adaptado de Chang, Lin & Yeh, 2018).... 46

Figura 12: As três imagens superiores mostram uma má oclusão de Classe III esquelética: pré-tratamento (Pré-tx), durante o tratamento (Tx) e após o tratamento (Post). As imagens inferiores mostram uma má oclusão de Classe III, com uma mordida aberta anterior. As setas azuis remetem para a posição dos mini-implantes e as setas amarelas remetem para as linhas de força para retrair e posteriormente, rodar a arcada inferior a fim de corrigir de forma conservadora a má oclusão (Adaptado de Chang, Ling & Yeh, 2018). 47

Lista de Siglas

CAD- Computer-Aided Desing (Desenho Auxiliado por Computador)

CAM- Computer-Aided Manufacturing (Produção Auxiliada por Computador)

IUEM – Instituto Universitário Egas Moniz

MARPE- Mini-implant Assisted Rapid Palatal Expander (Expansão Rápida da Maxila Assistida por Mini-implantes)

mm- Milímetros

Ni-Ti- Níquel-Titânio

TAD(s)- Temporary Anchorage Device(s) (Dispositivo(s) de Ancoragem Temporária)

I. INTRODUÇÃO

A evolução dos sistemas de ancoragem fixa permitiu à ortodontia um avanço notável no que concerne as possibilidades terapêuticas, na medida em que possibilitou a aplicação de movimentos e forças dentárias que até ao seu aparecimento não eram possíveis de realizar sem que fossem geradas alterações não pretendidas ou inesperadas (Jasoria et al., 2013).

A ortodontia corrige posicionamentos dentários incorretos, exercendo uma pressão contínua sobre os dentes e o osso alveolar (Jones et al., 2020). Sendo a ancoragem definida como a resistência ao movimento dentário indesejável, o controlo da ancoragem desempenha um papel fundamental no manuseamento eficaz de casos ortodônticos para alcançar a estética estrutural e facial (Elias et al., 2012; Nanda, 2020).

Atingir a ancoragem máxima ou absoluta sempre foi um objetivo árduo para os ortodontistas, especialmente porque muitos dos vários métodos desenvolvidos para alcançar ancoragem dependem da colaboração do paciente, o que demasiadas vezes pode levar a uma perda de ancoragem (Chang & Tseng, 2014).

A ancoragem intra-oral recorre a dentes e outras estruturas orais, podendo muitas vezes resultar na movimentação dos dentes utilizados como unidade de ancoragem acabando por não ser possível alcançar uma ancoragem perfeita. Por outro lado, a ancoragem extra oral é alcançada através da utilização de arcos faciais, com tração alta ou baixa, ou máscaras faciais, que implicam colaboração por parte do paciente para alcançar o sucesso pretendido (Borsos et al., 2012).

Com o objetivo de evoluir e contrariar estas desvantagens da ancoragem convencional, o recurso a mini-implantes veio permitir um novo conceito de ancoragem em ortodontia designado de ancoragem esquelética ou absoluta, a qual não permite a movimentação da unidade de ancoragem, uma vez que as forças de ancoragem são transferidas diretamente ao osso (Jasoria et al., 2013). Com a introdução da ancoragem esquelética com mini-implantes foi possível ampliar os tratamentos ortodônticos e expandir os limites do movimento dentário, sem depender da cooperação do paciente (Chang & Tseng, 2014).

Os implantes osteointegrados convencionais, para substituição de unidades dentárias perdidas, apesar de também poderem ser fontes de ancoragem em ortodontia, implicam um longo tempo de espera para alcançar a osteointegração, uma cirurgia mais invasiva e custos mais elevados (Borsos et al., 2012). Para além disto, a sua colocação implica a existência de zonas edêntulas, e uma vez que a maioria dos pacientes que recorrem à ortodontia insere-se na faixa etária jovem não têm, normalmente, presença de zonas edêntulas (Jones et al., 2020).

Aquando da colocação de mini-implantes, a escolha do local correto é um fator muito importante para o sucesso geral do tratamento. Os mini-implantes têm a particularidade de poderem ser colocados em inúmeros locais, tanto intra-alveolares como extra-alveolares sem necessidade de sofrerem um processo de osteointegração igual aos implantes tradicionais, podendo ser carregados com forças ortodônticas imediatamente após a inserção (Jones et al., 2020; Lim et al., 2009).

Os mini-implantes sofrem, sobretudo, retenção mecânica permitindo assim a facilidade da remoção no final do tratamento ortodôntico, o que é uma vantagem pois permite a sua utilização apenas em períodos específicos (Lim et al., 2009).

O seu tamanho reduzido, a sua fácil inserção e remoção, o seu baixo custo associado e as suas inúmeras aplicações clínicas permitiram que, nos últimos anos, estes ganhassem enorme popularidade. Os mini-implantes são agora dispositivos auxiliares de ancoragem bem instituídos e utilizados rotineiramente na prática ortodôntica com um sucesso bastante elevado (Nanda, 2020; Chang & Tseng, 2014).

II. DESENVOLVIMENTO

a. Evolução histórica da ancoragem esquelética

A ancoragem dentária, também conhecida como ancoragem tradicional, é definida como a resistência ao movimento dentário indesejado. Uma vez que a perda de ancoragem dentária, por exemplo, por carência de peças de ancoragem durante o tratamento ortodôntico, leva a resultados oclusais incontroláveis, o controle desta ancoragem é, desde o primeiro momento, um pré-requisito para o sucesso final do tratamento (Tsui et al., 2012).

Primeiramente, a ancoragem de forma convencional foi tentada pelos ortodontistas de variadas formas, recorrendo a aparelhos removíveis extra-orais, tais como a máscara facial e a mentoneira e por outro lado através de aparelhos intra-orais fixos como o arco traspalatino e o quad-hélix (Elias et al., 2012). No que concerne os aparelhos extra-orais, estes fizeram surgir alguns problemas, uma vez que são bastante complexos, podem provocar lesões iatrogênicas, têm impacto negativo na aparência do utilizador e dependem da colaboração do paciente para serem utilizados de forma correta, o que também pode dificultar o tempo de tratamento, bem como o seu resultado (Tsui et al., 2012; Nosouhian et al., 2015). Os aparelhos intra-orais fixos, pelo contrário, eliminam a necessidade de adesão por parte do paciente, o que acaba por ser facilitador, mas, como desvantagem, dependem do número de unidades de ancoragem dentária existentes, bem como do suporte periodontal do paciente (Nosouhian et al., 2015). A falta destas unidades de ancoragem e o insuficiente suporte periodontal são razões importantes de perda de ancoragem e, conseqüentemente, de insucesso terapêutico, uma vez que resultam em movimentações ou inclinações indesejadas (Elias et al., 2012).

Com o intuito de ultrapassar os problemas das diferentes modalidades de ancoragem dentária foram surgindo diferentes técnicas e abordagens. O termo ancoragem esquelética foi introduzido pela primeira vez por Edward Angle, com o grande objetivo de maximizar os movimentos desejados e minimizar os movimentos indesejados. Esta técnica foi gradualmente desenvolvida permitindo ao ortodontista corrigir com cada vez maior segurança, discrepâncias também gradualmente mais graves e complexas, movendo

dentos contra um tipo de fixação rígida. Estes dispositivos de ancoragem esquelética foram então aplicados na prática clínica com sucesso no que concerne à obtenção de uma ancoragem ideal, fixa, rígida e absoluta, permitindo assim melhores resultados terapêuticos por proporcionarem ao ortodontista um total controlo da ancoragem, gerando uma menor quantidade de efeitos colaterais (Jones et al., 2020).

Analisando com mais pormenor a evolução ao longo do tempo desta abordagem terapêutica, em 1945, surgiu a primeira tentativa de ancoragem esquelética com implantes dentários, publicada por Gainsforth e Higley. Estes introduziram a ideia de ancoragem esquelética temporária, realizaram a experiência em cães e utilizaram parafusos de vitalium e fios de aço inoxidável como aparelhos de tração (Gainsforth & Higley, 1945). Embora os parafusos tenham sido retidos inicialmente, a aplicação de força ortodôntica fez com que os parafusos fossem perdidos em quatro semanas, impedindo, assim, o sucesso do estudo (Park, 2020).

Uns anos mais tarde, Linkow (1970) usou implantes em lâmina com aplicação de força imediata para ancorar elásticos de classe II aparentemente com algum sucesso, tanto que, nas décadas seguintes, foram vários os investigadores que utilizaram implantes dentários como ancoragem esquelética (Melsen & Dalstra, 2017). Este foi o principal momento de viragem e a partir daí os implantes dentários tornaram-se um foco de interesse para muitos investigadores, passando a ser utilizados para vários fins, e estando na base da elaboração de diversos estudos (Park, 2020).

De acordo com um estudo publicado por Sherman (1978), onde foi analisada a reação óssea à colocação de dispositivos de ancoragem temporária (TADs) e a aplicação de forças ortodônticas, sendo pela primeira vez recomendado um intervalo de tempo entre a colocação dos TADs e a aplicação da força ortodôntica a fim de proteger o dispositivo e permitir melhores resultados e maior estabilidade a longo prazo.

Outros autores também contribuíram para os estudos e mostraram uma osteointegração estável de implantes de titânio sem quaisquer efeitos adversos ao longo do tempo. Na década de 1980, todos os estudos que se seguiram tinham como objetivo comum estudar e determinar a eficácia do uso de implantes dentários para ancoragem ortodôntica, bem como perceber a resposta do tecido a diferentes materiais utilizados nos implantes. E apesar de terem surgido inúmeros estudos, os resultados foram semelhantes, tendo-se observado, histologicamente, uma extensa formação óssea apenas uns dias após a

colocação do implante e passadas algumas semanas já o alcance de uma interface rígida osso-implante. Assim, a partir desses estudos concluiu-se que seis semanas seria o tempo de cicatrização necessário antes do carregamento do implante com forças ortodônticas, a fim de atingir uma estabilidade rígida e evitar fraturas espontâneas (Park, 2020).

Com o permanente sucesso da aplicação de tratamentos ortodônticos associados a implantes endósseos tradicionais, começaram a ser pensados e desenvolvidos outros tipos de implantes ortodônticos. Por exemplo, em 1997, Kanomi estudou o uso de pequenos mini-implantes de titânio para ancoragem ortodôntica na intrusão de incisivos centrais mandibulares em seres humanos, obtendo muito bons resultados e gerando uma onda crescente de desenvolvimento de técnicas de ancoragem esquelética temporárias que permitiram ao ortodontista criar movimentos em todos os três planos espaciais, com ancoragem absoluta (Park, 2020; Jones et al., 2020).

Todas estas técnicas de implantes se baseavam na recomendação comum de incorporar o tempo de cicatrização para alcançar a osteointegração antes de carregar o implante com forças ortodônticas. Com o tempo, esta recomendação levantou questões sobre a verdadeira importância da osteointegração para o sucesso dos mini-implantes como dispositivos de ancoragem ortodôntica (Park, 2020). Como resposta a estas dúvidas, surgiu o conceito de retenção mecânica através de um estudo publicado por Freudenthaler et al. (2001) onde foram examinados especificamente os mini-implantes ortodônticos carregados imediatamente, sem tempo de cicatrização, em vez de seguir o método descrito anteriormente aguardando o tempo necessário para alcançar a osteointegração antes de carregar o mini-implante. Com estes estudos, veio a contrariar-se o modo de tratamento habitual e concluiu-se que o tempo total do tratamento ortodôntico podia ser reduzido, uma vez que os mini-implantes podiam ser carregados imediatamente e que a ausência de osteointegração tornou a remoção dos mini-implantes mais simples e minimamente invasiva (Park, 2020).

No que diz respeito ao método de inserção, inicialmente, os mini-implantes ortodônticos eram inseridos principalmente por um método de auto-rosqueamento, o que exigia um orifício pré-perfurado no osso. Em 2005, Kim et al. compararam este método com uma aplicação sem broca usando mini-implantes autoperfurantes, concluindo que estes apresentaram menor mobilidade e maior contacto osso-metal em comparação com os auto-rosqueados. No entanto, a osteointegração foi, na generalidade, encontrada em ambos os tipos de implantes (Kim et al., 2005).

b. Resposta biológica dos mini-implantes como ancoragem esquelética

Os mini-implantes como o seu nome sugere, são caracterizados por serem dispositivos de menor tamanho quando comparado com os implantes dentários convencionais, e cuja inserção e remoção é relativamente simples. Permitem ao ortodontista obter uma ancoragem máxima esquelética temporária, sem ser necessária cooperação por parte do paciente, e permitindo a sua utilização em inúmeras situações clínicas (Nosouhian et al., 2015). Atualmente, os mini-implantes são cada vez mais utilizados nos tratamentos ortodônticos por períodos específicos, sendo removidos quando a ancoragem deixa de ser necessária (Elias et al., 2012; Becker et al., 2018).

Os dispositivos de ancoragem temporária podem ser caracterizados como biocompatíveis ou biológicos em natureza. O grupo dos dispositivos biocompatíveis inclui os dispositivos de ancoragem esquelética temporária, enquanto os dispositivos biológicos incluem os dentes anquilosados e dilacerados (Cope, 2005). Para uma melhor distinção entre os dispositivos biocompatíveis, estes podem ser classificados em dois grupos distintos: mini-implantes osteointegrados e mini-implantes que possuem retenção mecânica. Com base nesta última distinção, a resposta biológica dos mini-implantes é muito distinta entre os dois grupos (Jones et al., 2020).

Os mini-implantes osteointegrados remetem para um contacto máximo entre as superfícies do dispositivo e o osso, a fim de alcançar a osteointegração (Park, 2020). A sua inserção inicia uma série de processos biológicos, incluindo a formação de um coágulo sanguíneo, alterações na morfologia nuclear dos osteócitos ao redor do local de colocação do implante, e formação de novo osso. Esta colocação implica ainda o contacto do dispositivo de ancoragem temporária ortodôntica com sangue, o que, conseqüentemente, provoca a deposição de um biofilme sobre este (Nanda, 2008). Dá-se então a formação de um coágulo sanguíneo na interface osso/mini-implante, uma vez que os glóbulos vermelhos e as plaquetas se ligam ao biofilme anteriormente formado. Normalmente este coágulo contém também alguns fragmentos ósseos resultantes da preparação cirúrgica para colocação do mini-implante ou até mesmo devido à própria inserção (Nanda, 2008).

A presença de células inflamatórias e algumas hemácias à volta do dispositivo de ancoragem temporária e a alteração dos osteócitos, com núcleos osteocíticos picnóticos no osso adjacente, verifica-se apenas um dia depois da colocação do mini-implante. Nos dias seguintes, a infiltração de células inflamatórias vai desaparecendo e células fusiformes ou achatadas começam a aparecer na interface entre o osso preexistente e os mini-implantes ortodônticos. Num período de duas a quatro semanas após a colocação do mini-implante, os osteoblastos cuboides são visíveis na interface osso/mini-implante e novas fibras de colagénio circundam a cavidade do mini-implante (Nanda, 2008).

Ao longo das semanas seguintes, a remodelação óssea ativa parece diminuir e após seis semanas da colocação do mini-implante, uma região de lacuna osteocítica vazia ainda é visível adjacente ao osso recém-depositado (Nanda, 2008).

Os mini-implantes osteointegrados requerem cargas deferidas para que o período de cicatrização possa ocorrer sem carga, permitindo que a osteointegração ocorra e venha a ser possível suportar forças ortodônticas maiores. Bioquimicamente, após o período de cicatrização sem carga e após a integração óssea, a aplicação de carga ortodôntica ao mini-implante causa aumento da renovação do tecido ósseo e aumento da densidade do osso alveolar adjacente, o que não condiciona uma pior osteointegração do mini-implante, uma vez que este mantém a osteointegração mesmo após 32 semanas de carga ortodôntica (Nanda, 2008).

Os mini-implantes ortodônticos retidos mecanicamente permitem a utilização de cargas precoces ou imediatas, não ocorrendo osteointegração e conseqüentemente havendo menor capacidade de suportar forças ortodônticas maiores. Neste tipo de mini-implantes ortodônticos, a responsabilidade da estabilidade mecânica primária do dispositivo pertence às áreas do parafuso em contacto direto com o osso, a restante superfície do parafuso deixa lacunas de espaço entre este e o osso (Park, 2020). Nas áreas onde existem pequenos espaços entre o parafuso e o osso decorre um processo biológico semelhante ao descrito sobre os mini-implantes ortodônticos osteointegrados. Retornando as áreas de contacto direto, a resposta biológica é diferente, uma vez que não ocorre invasão de células inflamatórias na primeira semana, em vez disso, um dia após a inserção, os contactos de tecido ósseo mineralizado estão presentes entre a superfície do implante e o osso e os osteoblastos também estão firmemente presos à superfície do implante de titânio (Nanda, 2008).

Depois das primeiras semanas, nas áreas em contacto direto com o osso, este é reabsorvido e substituído por osso viável recém-formado. Apesar de existir perda temporária de contacto com o osso duro, os implantes permanecem clinicamente estáveis e este processo não é afetado independentemente de o parafuso ser carregado de imediato ou imediatamente (Nanda, 2008).

Tal como acontece com os processos biológicos, os fatores que predizem a estabilidade também diferem entre os mini-implantes osteointegrados e os mecanicamente retidos. A estabilidade primária dos mini-implantes retidos mecanicamente, uma vez que são mini-implantes imediatamente carregados, é determinante para o sucesso do carregamento precoce com forças ortodônticas. Neste tipo de mini-implantes, a estabilidade primária depende do desenho geométrico do implante, uma vez que desenhos geométricos de parafusos (formato cónico) remetem para um efeito positivo na estabilidade primária. Depende, também, da qualidade óssea, visto que a colocação de mini-implantes em áreas de maior densidade mineral óssea aumenta a estabilidade primária, e depende ainda da técnica de inserção. Por outro lado, em relação aos mini-implantes osteointegrados, os dois principais fatores que afetam a osteointegração são a estabilidade primária e o período de cicatrização sem carga. Nestes mini-implantes foi constatado relevante um período de cicatrização sem carga antes da aplicação de forças ortodônticas, uma vez que a aplicação de forças sem esse período de cicatrização pode causar uma diminuição da estabilidade do mini-implante, um aumento da tensão na superfície e ainda uma possível fratura do osso. Ainda assim, segundo a literatura, não há dados concretos que consigam provar que estas consequências levem a uma perda de ancoragem ou falha do implante, podendo a espera pela osteointegração ser desnecessária para um implante ortodôntico (Nanda, 2008).

c. Indicações, Contra-indicações e Taxas de sucesso da ancoragem esquelética com mini-implantes

Para o sucesso de qualquer intervenção, é essencial o planeamento apropriado do tratamento ortodôntico pelo médico dentista, antevendo a técnica mais apropriada consoante as características individuais de cada doente, para que seja possível alcançar os melhores resultados possíveis. Nesse sentido, não é adequado recorrer à utilização de mini-implantes quando o tratamento ortodôntico juntamente com a ancoragem tradicional

não invasiva conseguem alcançar resultados finais igualmente satisfatórios, uma vez que apesar das inúmeras vantagens, a ancoragem com mini-implantes não é isenta de risco. É importante perceber se a ancoragem com recurso a mini-implantes permite alcançar melhor os objetivos do tratamento sem que os riscos superem os benefícios (Nanda et al., 2020).

Por outro lado, hoje em dia percebeu-se que, alguns casos que antigamente poderiam ser resolvidos utilizando apenas a mecânica tradicional, podem ser tratados em menos tempo ou pelo menos com um resultado mais previsível quando se recorre a mini-implantes ortodônticos, devido à sua enorme versatilidade (Baumgaertel et al., 2008).

As indicações mais comuns para o tratamento ortodôntico com recurso a mini-implantes são a intrusão de dentes sobre erupcionados, a intrusão de molares para correção de mordida aberta anterior, retração anterior em massa, verticalização molar, distalização molar, tração de um canino impactado, e fixação de máscara facial. Assim, de forma mais detalhada, os seguintes objetivos de tratamento podem ser favorecidos pela utilização de mini-implantes (Chang & Tseng, 2014):

- Correção anteroposterior

- A ancoragem absoluta pode estar indicada em casos de má oclusão de Classe II completa e overjet severo, quando se recorre à extração do primeiro ou segundo pré-molares maxilares e à retração dos dentes anteriores maxilares, uma vez que a perda de ancoragem é desfavorável e o tempo de tratamento será reduzido devido à retração em massa. Assim, os mini-implantes podem ser utilizados para o encerramento de espaços edêntulos devido a extrações ou mesmo por agenesia dentária, se não for desejada a substituição protética (Baumgaertel et al., 2008).
- Em pacientes com ambos os maxilares severamente protruídos, onde o principal incómodo é a incompetência labial e a estética do perfil, a recusa do uso de aparelhos extra-orais remete para a utilização de mini-implantes após a extração de quatro pré-molares. A máxima retração dos maxilares, bem como, conseqüentemente, um grande impacto a favor da estética do perfil seriam, desta forma, alcançados (Baumgaertel et al., 2008).

- Pacientes que devido a agenesia dos incisivos laterais necessitam da mesialização dos caninos, a ancoragem absoluta permite o movimento mesial dos segmentos posteriores, a fim de encerrar o diastema existente pela ausência dos incisivos laterais (Baumgaertel et al., 2008).
- A ancoragem absoluta é ainda benéfica para os pacientes que necessitam de distalização de molares para correção de uma má oclusão de classe II de Angle e para alívio de um apinhamento dentário existente (Baumgaertel et al., 2008).

- Correção vertical:

- Em pacientes dolicofaciais/hiperdivergentes, o tratamento pode ser realizado com recurso a mini-implantes para que seja possível o controlo vertical (Baumgaertel et al., 2008).
- O uso de mini-implantes para a intrusão dos segmentos posteriores superiores, permite a correção de mordidas abertas anteriores (Baumgaertel et al., 2008).
- As mordidas abertas anteriores podem também ser corrigidas através da combinação dos dois tópicos anteriores (Baumgaertel et al., 2008).
- No caso de pacientes com mordida profunda ou com uma excessiva exposição gengival, é previsível a intrusão dos incisivos maxilares através da ancoragem com mini-implantes (Baumgaertel et al., 2008).
- Por outro lado, no caso de pacientes com mordida profunda e curva de Spee acentuada, é previsível a intrusão dos incisivos mandibulares (Baumgaertel et al., 2008).
- As mordidas profundas podem ser corrigidas através da combinação dos ambos os tópicos anteriores (Baumgaertel et al., 2008).
- Pacientes com planos oclusais inclinados também podem ser tratados recorrendo a ancoragem absoluta (Baumgaertel et al., 2008).

- Ortodontia pré-protética e movimentação de um único dente:

- No caso de pacientes que apresentem dentes antagonistas extruídos, os mini-implantes podem ser utilizados para verticalização dos molares, manutenção de espaço e intrusão de apenas um único dente (Baumgaertel et al., 2008).

De salientar que, dado tratar-se de uma abordagem com uma componente mais invasiva que o tratamento ortodôntico convencional, para que seja possível a utilização de mini-implantes para tratamento ortodôntico é necessário que cada paciente seja submetido a uma anamnese pormenorizada, a fim de garantir a possibilidade de utilização deste método de ancoragem absoluta, com os mínimos efeitos secundários negativos (Chang & Tseng, 2014).

No que concerne às contra-indicações para a utilização de mini-implantes para ancoragem absoluta, estas incluem:

- Pacientes com uma cicatrização problemática,
- Pacientes com uma defesa imunitária comprometida,
- Pacientes com distúrbios hemorrágicos,
- Pacientes com distúrbios ou patologias ósseas,
- Pacientes sob tratamento de radioterapia,
- Pacientes com uma higiene oral descuidada,
- Pacientes com espaço insuficiente entre raízes, uma vez que o contacto ou a extrema proximidade do mini-implante com as raízes dentárias é uma desvantagem, podendo causar lesões radiculares.

Os mini-implantes podem também estar contra-indicados em crianças com dentição decídua ou mista precoce. Para além disto, é importante ter em conta que o tabagismo intenso afeta negativamente as taxas de sucesso dos mini-implantes ortodônticos (Chang & Tseng, 2014).

No que toca a colocação dos mini-implantes diferentes localizações anatómicas têm sido utilizadas para a colocação destes. As localizações alveolares vestibulares tanto maxilares

como mandibulares continuam a ser os locais preferidos para a colocação de mini-implantes ortodônticos, devido à facilidade de colocação e aplicação de força ortodôntica. Estas diferentes localizações anatômicas influenciam, também, a taxa de sucesso, que pode mesmo ser analisada neste contexto (Nanda et al., 2020):

- Mini-implantes alveolares /mini-implantes interradiculares:

A taxa de sucesso destes mini-implantes ortodônticos varia de 57% a 95%, podendo considerar-se, segundo a literatura, 84% a média da taxa de sucesso dos mini-implantes vestibulares alveolares/interradiculares (Chang et al., 2015). Apesar de esta taxa depender de diversos fatores, especificamente para os mini-implantes alveolares vestibulares/interradiculares, o sucesso depende também do espaço existente entre as raízes dos dentes adjacentes ao local onde o mini-implante deve ser colocado (Nanda et al., 2020).

- Mini-implantes palatinos:

Os mini-implantes palatinos têm vindo a ganhar cada vez mais ênfase, visto que o palato parece ser um local adequado para a colocação de mini-implantes, isto deve-se, principalmente, devido à qualidade e quantidade óssea do palato (Nanda et al., 2020).

Uma vez que o local de inserção destes mini-implantes para além de ser facilmente acessível, não interfere no movimento dentário desejado nem tem como preocupação a possibilidade de haver vasos sanguíneos ou nervos importantes que interferissem com a sua colocação, acabam por, geralmente, ser os mini-implantes de eleição para alguns tratamentos (Nanda et al., 2020).

Os mini-implantes palatinos são, normalmente, colocados na área da sutura mediana ou de forma paramedianos. Através da literatura é possível concluir que o sucesso dos mini-implantes palatinos medianos quando são inseridos na região anterior do palato é de aproximadamente 98%, por outro lado estes apresentam cerca de 85% de sucesso quando os mini-implantes são colocados na área de sutura palatina média (Nanda et al., 2020; Nienkemper et al., 2012).

- Mini-implantes extra-alveolares:

Com o intuito de superar as limitações e efeitos colaterais dos mini-implantes interradiculares, os mini-implantes extra-alveolares ganharam alguma popularidade. A necessidade de reposicionar estes mini-implantes durante o tratamento ortodôntico é eliminada, uma vez que estes são colocados longe do trajeto do movimento dentário ortodôntico (Nanda et al., 2020).

A taxa de sucesso dos mini-implantes extra-alveolares, apesar de variar consoante a sua localização, segundo a literatura, é maior quando comparada com a taxa de sucesso dos mini-implantes interradiculares em algumas localizações (Nanda et al., 2020).

A taxa de sucesso dos mini-implantes colocados na plataforma vestibular é de 92,8%, o que comparado com a taxa de sucesso dos mini-implantes interradiculares mandibulares, é superior (Chang, Lin & Yeh, 2018). Por outro lado, os mini-implantes extra-alveolares apresentaram alta taxa de sucesso no ramo mandibular, 95%, sendo assim considerados convenientes e eficientes (Santos et al., 2021). Além destas localizações, segundo a literatura, os mini-implantes colocados na crista infrazigomática apresentam uma taxa de sucesso de 93,7% (Chang, Lin & Yeh, 2018).

A aplicação clínica de um mini-implante não garante o sucesso final do tratamento, sendo a sua estabilidade essencial para que possa ser utilizado em diferentes momentos do tratamento (Nanda et al., 2020).

De uma forma geral, as taxas de sucesso dos mini-implantes descritos na literatura apresentam grande variação, uma vez que a sobrevivência de um mini-implante no osso depende de diversos fatores. O sucesso dos mini-implantes usualmente depende do grau de integração mecânica e biológica com os tecidos duros (osso), e ainda com os tecidos moles circundantes como a gengiva e a mucosa palatina. Não conseguindo chegar a um consenso concreto, a taxa de sucesso dos implantes dentários é de mais de 90%, enquanto a taxa de sucesso associada aos mini-implantes ortodônticos, devido depender de vários fatores, apresenta um intervalo entre 35% a 95% (Nanda et al., 2020). Podendo, ainda assim, segundo alguns autores, considerar-se que os mini-implantes têm uma taxa de sucesso estimada de 87,7%, o que remete para um valor clinicamente aceitável. Estes valores associados à taxa de sucesso dos mini-implantes conseguem explicar a sua utilização generalizada na prática clínica (Chang & Tseng, 2014).

d. Fatores de sucesso da ancoragem esquelética com mini-implantes

A eficácia da ancoragem esquelética com mini-implantes ortodônticos reside na capacidade destes manterem um contacto ósseo próximo, permanecendo relativamente imóveis no osso, resistindo assim às forças ortodônticas. A competência por parte dos mini-implantes de aumentar a capacidade de ancoragem e de diminuir a ocorrência de efeitos adversos ou complicações que possam colocar em risco o sucesso do tratamento são um pré-requisito destes dispositivos (Liu et al., 2020; Park, 2020).

O diâmetro do mini-implante, o biótipo esquelético vertical do paciente, a inflamação dos tecidos peri-implantares e a localização dos mini-implantes são consideradas variáveis importantes para a estabilidade dos mini-implantes e consequentemente para o sucesso do tratamento ortodôntico. O afrouxamento, a inflamação ou o inchaço dos tecidos moles circundantes à localização dos mini-implantes e o diâmetro destes, são alguns dos efeitos colaterais que estão associados à falha dos mini-implantes (Chen et al., 2007). Mais detalhadamente:

i. Relativos ao paciente

Os fatores relativos ao paciente, como a idade, o sexo, a qualidade e quantidade óssea e a proximidade das raízes têm sido extensivamente estudados. No que concerne a idade do paciente, as evidências são inconclusivas, na maioria dos estudos não se verificaram diferenças significativas na falha dos mini-implantes entre as várias faixas etárias, no entanto, certos estudos concluíram que pacientes mais jovens correm mais riscos de insucessos quando comparados com pacientes adultos (Nanda et al., 2020).

Uma vez que a ancoragem de mini-implantes é proporcionada pela retenção mecânica, a diferença entre a densidade óssea e a espessura do osso cortical durante o crescimento e desenvolvimento podem ser as causas dos pacientes mais jovens estarem mais suscetíveis a falhas dos mini-implantes (Chen et al., 2007).

A deposição óssea, na infância e na adolescência, ocorre a uma velocidade mais rápida do que a reabsorção para que seja possível aumentar o volume ósseo. No início da vida adulta o osso nem cresce nem encolhe mantendo-se assim constante, por outro lado, após

os 35 a 40 anos de idade, a perda óssea começa a ser significativa, uma vez que esta perda começa a exceder a deposição óssea. Consequentemente, os adolescentes, visto não terem um amadurecimento do osso calcificado, nem espessura óssea suficiente acabam por ter uma taxa de sucesso mais baixa (Jing et al., 2016).

Embora haja uma aceitação elevada dos mini-implantes, é necessário a avaliação cautelosa do ambiente biológico de cada paciente, visto que a remodelação óssea do paciente pode interferir com a reação tecidual normal. Uma remodelação óssea elevada pode levar à perda de um mini-implante, isto pode ser causado pela aproximação de um dente ao mini-implante (Leo et al., 2016).

Os diferentes tipos de crescimento esquelético vertical revelam vários tipos de crescimento e direção do desenvolvimento do esqueleto facial. O padrão facial esquelético vertical refere-se ao tipo de desenvolvimento da face na dimensão vertical, medido, geralmente, pela inclinação do plano mandibular em relação ao plano de Frankfurt. Consegue dividir-se em três categorias: hiperdivergente (ângulo aumentado), hipodivergente (ângulo diminuído) e normodivergente (ângulo normal). Os pacientes com um padrão de crescimento hiperdivergente têm mais propensão para mini-implantes mais soltos, o que pode estar relacionado com o facto destes terem menor densidade óssea e menos espessura óssea cortical, estando a estabilidade primária e a osteointegração dos mini-implantes comprometidas (Jing et al., 2016).

A mandíbula, por ser constituída por osso cortical mais espesso do que a maxila, é mais favorável à estabilidade inicial dos mini-implantes e deveria ter uma taxa de sucesso maior, no entanto, a literatura mostra o contrário. Os mini-implantes colocados na mandíbula apresentam maiores falhas do que os da maxila (Jing et al., 2016).

Existem diferentes explicações para estes resultados, embora a inserção na mandíbula pudesse providenciar maior estabilidade primária, com o prolongamento do tempo de cicatrização, a inserção na maxila pode conseguir alcançar maior osteointegração devido ao sangue ao redor do mini-implante e ao conseqüente suprimento nutricional. Por outro lado, a presença de um vestíbulo mais estreito na mandíbula, dificulta a limpeza completa por parte dos pacientes tornando-se mais suscetível a infeções (Jing et al., 2016). Por fim, uma maior densidade óssea da mandíbula pode infligir um torque maior na inserção do mini-implante, o que pode ser prejudicial para a sobrevivência dos mesmos (Chang & Tseng, 2014).

Uma higiene oral deficiente pode provocar uma acumulação de restos de alimentos ao redor dos mini-implantes ortodônticos e naturalmente o crescimento excessivo de bactérias acompanhado por uma inflamação capaz de comprometer o osso ao redor do mini-implante. Esse comprometimento pode revelar-se através de uma espécie de erosão óssea progressiva na zona do mini-implante, levando possivelmente ao insucesso destes. Assim, é essencial o compromisso dos pacientes para uma higiene oral adequada, uma vez que é um dos fatores mais importantes para o sucesso dos mini-implantes (Leo et al., 2016).

ii. Relativos aos mini-implantes

O diâmetro e o comprimento dos mini-implantes são fatores importantes a ter em conta para alcançar a sua própria estabilidade. Apesar de, segundo a literatura, as conclusões serem contraditórias, no geral, vários autores concluíram que tanto o comprimento como o diâmetro dos mini-implantes afetam a estabilidade sendo variáveis importantes para o sucesso do tratamento (Nanda et al., 2020).

A falha de mini-implantes com um diâmetro muito fino, por volta de 1mm, é evidente devido à possível fratura durante os procedimentos de inserção e remoção, por isso é importante a utilização de dispositivos com diâmetros iguais ou superiores a 1,3mm que consigam suportar maiores cargas de torção e flexão, e ainda que proporcionem maior segurança para a inserção e remoção do mini-implante. Na verdade, o benefício de mini-implantes mais finos do que 1,3 mm, por requererem menos espaço, acaba por ser mínimo quando comparado com o elevado risco de fratura associado (Leo et al., 2016).

Idealmente, deve-se analisar através de uma imagem tomográfica volumétrica as zonas seguras para a colocação de mini-implantes e que diâmetro é melhor para cada localização. Por exemplo, segundo alguns autores, mini-implantes de 2 mm não podem ser considerados seguros para a colocação nos espaços interradiculares posteriores da maxila, exceto entre o primeiro molar e o segundo pré-molar do lado palatino, e entre o canino e o primeiro pré-molar (Chen et al., 2009).

O movimento de flexão e o stresse mecânico associados à aplicação de uma força no momento de inserção do mini-implante também pode ser limitado pelo comprimento

deste. Uma superfície de contacto maior entre o osso e o implante é benéfico para o sucesso dos mini-implantes, assim, essa área de contacto será proporcionalmente maior quando forem usados mini-implantes mais compridos, resultando numa melhor capacidade de carga. Ainda assim, apesar de não haver consenso entre os autores, alguns sugerem não haver uma relação significativa entre o comprimento do mini-implante e a sua estabilidade. Por outro lado, segundo a literatura, foi possível concluir que o comprimento mínimo dos mini-implantes deveria ser de pelo menos 6 mm, e que segundo alguns autores mini-implantes de 8 mm são significativamente mais estáveis que os mini-implantes de 6 mm (Giuliano Maino et al., 2012; Leo et al., 2016).

Ainda é possível acrescentar, apesar de não ser estatisticamente significativo, que o sucesso dos dois formatos de mini-implantes diferentes, cilíndrico (necessária pré-perfuração) e cónico (autoperfurante), são distintos, uma vez que os mini-implantes cónicos apresentam menos falhas, provavelmente devido à melhor estabilidade primária e contacto osso-implante deste tipo de mini-implantes (Giuliano Maino et al., 2012).

iii. Relativos ao clínico

A técnica cirúrgica pode ser uma forte influência para o sucesso da ancoragem com mini-implantes, de facto, uma técnica de inserção inadequada pode levar à instabilidade inicial, superaquecimento do osso e a uma má adaptação do mini-implante à perfuração cortical. É fácil de concluir que existe uma curva de aprendizagem no que toca a colocação de mini-implantes, logo, apesar da taxa de sucesso ser elevada, a taxa de insucesso pode ser gradualmente ainda mais reduzida com o aumento da experiência clínica e o aperfeiçoamento da técnica de colocação (Giuliano Maino et al., 2012).

Para que a técnica de inserção consiga promover uma melhor estabilidade primária nas localizações interradiculares, é aconselhável a inserção com um ângulo de cerca de 70 graus. Se o espaço disponível para a colocação entre duas raízes adjacentes for pequeno, uma direção de inserção mais oblíqua, segundo alguns autores, parece ser favorável para minimizar o risco de contacto com as raízes. É importante que a direção de inserção não se altere durante a colocação, uma vez que pode provocar micro-fraturas (Giuliano Maino et al., 2012).

O diâmetro dos mini-implantes rosqueados não pode ser muito maior do que o do orifício piloto, uma vez que, caso seja, pode provocar altos níveis de stresse, necrose e isquemia local do osso. O sobre-aquecimento durante a perfuração, a estabilidade primária insuficiente causada por perfuração excessiva, a inflamação ou distúrbios locais podem impedir a cicatrização normal nos primeiros instantes (Chen et al., 2009).

Como já referido anteriormente, cabe ao profissional a escolha do local adequado para a colocação do mini-implante, para isso é necessário ter em conta a qualidade do osso alveolar, o espaço entre as raízes, bem como a espessura óssea vestibulolingual, para determinar o tamanho ideal do mini-implante. Um exame clínico rigoroso, a avaliação do contorno das raízes dos dentes adjacentes à colocação do mini-implante e a realização de uma tomografia computadorizada de feixe cónico (CBCT) são fatores essenciais para o sucesso do tratamento (Moslemzadeh, 2017). O local de colocação do mini-implante deve ter pelo menos 2,5 mm de largura óssea para evitar danos nas raízes dentárias (Giuliano Maino et al., 2012).

O osso pode ser categorizado em 4 tipos de acordo com a sua qualidade. Estamos perante um osso tipo 1 quando radiograficamente, praticamente todo o osso é composto por osso compacto homogéneo, normalmente localizado na região anterior da mandíbula, que permite proporcionar uma maior estabilidade (Giuliano Maino et al., 2012; Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018). Quando é possível observar uma espessa camada de osso compacto a envolver um núcleo de osso trabecular denso, está presente osso tipo 2, que é mais comum na região dos pré-molares, tanto na maxila como na mandíbula e à semelhança do osso tipo 1 fornece uma boa estabilidade primária aos mini-implantes. O osso tipo 3 verifica-se quando uma fina camada de osso cortical se sobrepõe a um núcleo de osso trabecular denso, geralmente encontrado na região dos molares na maxila e na mandíbula, remetendo para uma taxa de falha superior aos tipos de osso referidos anteriormente. Por fim, o osso do tipo 4 é caracterizado como uma fina camada de osso cortical que envolve um núcleo de osso trabecular de baixa densidade e baixa resistência, mais frequente na zona posterior da maxila onde a inserção de mini-implantes não é recomendada (Giuliano Maino et al., 2012; Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018).

Estas diferenças na qualidade óssea estão associadas a diferentes localizações anatômicas da maxila e da mandíbula. Normalmente, a mandíbula é mais densamente cortical quando comparada com a maxila, a área vestibular dos dentes posteriores da mandíbula é mais

espessa do que a área maxilar correspondente. O local com maior espessura óssea interradicular na mandíbula é a área vestibular entre o primeiro e o segundo molar, por outro lado, na maxila, este local é entre o canino e o incisivo lateral. Na maxila outras áreas adequadas são os espaços interradiculares entre o primeiro molar e o segundo pré-molar, tanto em vestibular como em palatino (Giuliano Maino et al., 2012; Nanda et al., 2020).

A espessura do tecido mole também tem influência na taxa sucesso dos mini-implantes, isto porque uma espessura gengival superior a 3 mm pode provocar um deslocamento do ponto de aplicação da força para demasiado longe do centro de resistência do mini-implante, acabando por afetar negativamente a estabilidade deste (Giuliano Maino et al., 2012).

De outro ponto de vista, a quantidade de carga ideal associada a um mini-implante deve ser entre 100 a 200 g de carga horizontal, aplicada de forma precoce ou imediata, para que os mini-implantes consigam suportar com sucesso, isso é suficiente para sustentar os inúmeros movimentos dentários ortodônticos. Ainda assim, com a possibilidade de afrouxamento, fratura e deslocamento, deve evitar-se a sobrecarga do mini-implante, e a sua localização deve estar a uma distância segura das estruturas anatômicas (Chen et al., 2009).

e. Localizações anatômicas para a colocação de mini-implantes

A seleção do local adequado para o mini-implante é um fator importante para o sucesso geral do tratamento. É importante ter em conta o objetivo final do tratamento bem como a sua duração, para perceber quanto tempo o mini-implante vai ter de ficar em determinada localização. A gengiva existente no local, como já previamente referido, é outro fator relevante para o sucesso do mini-implante, tanto o crescimento excessivo dos tecidos como o défice de gengiva aderida podem levar à falha deste (Baumgaertel et al., 2008).

Por outro lado, a distância interradicular bem como a distância a outras estruturas anatômicas são fatores de extrema relevância quando se pretende colocar um mini-implante. O mini-implante deve ser colocado onde raízes estejam suficientemente afastadas, uma folga mínima de 1mm de osso alveolar ao redor do mini-implante é

recomendada para preservar a saúde periodontal. Em relação a outras estruturas anatômicas que podem interferir na colocação de um mini-implante ortodôntico estas são por exemplo, o nervo alveolar inferior, o seio maxilar e artérias e veias (Baumgaertel et al., 2008; Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018).

Por fim, a espessura óssea cortical é um fator importante na estabilidade dos mini-implantes, uma vez que a sua colocação em áreas de espessura óssea adequada garante uma melhor estabilidade primária e sucesso a longo prazo (Baumgaertel et al., 2008).

Com base nestas características e na incorporação de todas elas, vários autores sugeririam que os locais ideais são entre o segundo pré-molar e o primeiro molar e entre o primeiro e segundo molares em vestibular na região posterior da mandíbula e da maxila (Poggio et al., 2006; Kalra et al., 2014).

A fim de conseguir analisar cada paciente para a colocação de mini-implantes, têm sido desenvolvidas e propostas diversas técnicas de construção de guias auxiliares para o posicionamento preciso de mini-implantes. Algumas técnicas com base em imagens de tomografia computadorizada de feixe cónico (CBCT) capazes de replicar as arcadas dentárias. Os guias cirúrgicos para o posicionamento adequado dos mini-implantes ortodônticos foram fabricados sobre as réplicas a fim de alcançar a colocação precisa (Kim et al., 2007). Para além disto, Liu et al. introduziram um modelo de desenho auxiliado por computador/produção auxiliada por computador (CAD/CAM) com simulação pré-operatória para a colocação dos mini-implantes ortodônticos (Liu et al., 2010).

Segundo a literatura, embora o CBCT forneça uma visualização tridimensional precisa do espaço interradicular, as radiografias intra-orais bidimensionais parecem fornecer informações suficientes para a colocação de mini-implantes. Assim, considerando o alto custo e a maior dose de radiação do CBCT em relação às radiografias bidimensionais, o seu uso habitual não é recomendado para a colocação de mini-implantes ortodônticos. Entretanto, se a colocação de mini-implantes for mais complicada devido a uma anatomia complexa, como um seio maxilar expandido ou perda óssea alveolar, o uso de dados do CBCT pode ser considerado para o planeamento (Kalra et al., 2014).

Assim, segundo a literatura, os locais mais comuns para a colocação de mini-implantes ortodônticos na maxila incluem o palato, a crista infrazigomática, a tuberosidade maxilar

e o processo alveolar tanto vestibular como palatino entre as raízes dos dentes. Por outro lado, na mandíbula os locais são, o processo alveolar entre as raízes dos dentes, a área retro molar, a plataforma vestibular e o ramo (Mallick et al., 2021; Papadopoulos & Tarawneh, 2007).

iv. Regiões alveolares interradiculares

A avaliação da área interradicular é crítica antes da colocação dos mini-implantes (Alkadhimi & Al-Awadhi 2018). Assim, os locais mais seguros disponíveis nos espaços interradiculares da maxila estão entre:

- Por palatino, o espaço interradicular entre o segundo molar e o primeiro molar superiores, de dois a cinco milímetros da crista alveolar (Poggio et al., 2006).
- Por palatino, o espaço interradicular entre o primeiro molar superior e o segundo pré-molar, de dois a oito milímetros da crista alveolar (Chaimanee et al., 2011).
- Tanto por vestibular como por palatino entre o segundo e o primeiro pré-molares, entre cinco e onze milímetros da crista alveolar (Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018).
- Tanto por vestibular como por palatino, entre o primeiro pré-molar e o canino, entre cinco e onze milímetros da crista alveolar (Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018).
- Por vestibular, no espaço interradicular, entre o primeiro molar e o segundo pré-molar, de cinco a oito milímetros da crista alveolar (Poggio et al., 2006).
- Por vestibular, no espaço interradicular, entre o incisivo central e o incisivo lateral, a seis milímetros da crista alveolar (Poggio et al., 2006).

Por outro lado, os locais mais seguros disponíveis nos espaços interradiculares da mandíbula localizam-se por vestibular:

- Espaço interradicular entre o segundo e o primeiro molar, a onze milímetros da crista alveolar (Chaimanee et al., 2011).
- Espaço interradicular entre o primeiro molar e o segundo pré-molar, a onze milímetros da crista alveolar (Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018).

-Espaço interradicular entre o segundo e o primeiro pré-molar, a onze milímetros da crista alveolar (Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018).

-Espaço interradicular entre o primeiro pré-molar e o canino, a onze milímetros da crista alveolar (Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018).

- Espaço interradicular entre o incisivo lateral e o canino, a seis milímetros da crista alveolar (Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018).

A inserção de parafusos na região molar maxilar acima de 8-11mm da crista óssea deve ser evitada com qualquer tipo de mini-implante, devido à presença do seio maxilar (Poggio et al., 2006).

Como referido anteriormente, através de um CBCT e de periapicais é possível combinar as medidas do espaço interradicular com os diâmetros dos mini-implantes e o espaço livre ósseo necessário, tanto para a saúde periodontal como para a estabilidade do mini-implante (Poggio et al., 2006).

Através de vários estudos, foi possível concluir que diferentes tipos de configuração dento-esquelética remetem para diferenças nos espaços interradiculares. Os indivíduos com padrões esqueléticos de classe II apresentam distâncias interradiculares significativamente maiores e áreas maiores na maxila quando comparados com os indivíduos com padrões esqueléticos de classe III. Em contraste, na mandíbula, as distâncias interradiculares nos indivíduos com padrão esquelético de classe III são, normalmente, maiores do que nos indivíduos com padrão esquelético de classe II (Chaimanee et al., 2011).

Isto pode dever-se a diferenças na compensação dentoalveolar destes indivíduos, os indivíduos com padrões esqueléticos de classe II apresentam maior quantidade de espaço interradicular na maxila do que os indivíduos com padrões esqueléticos de Classe III, que por sua vez, apresentam mandíbulas prognáticas combinadas com incisivos inferiores excessivamente retrógrados, portanto, foram observadas maiores quantidades de espaço interradicular mandibular nesses indivíduos (Chaimanee et al., 2011).

Assim, é possível concluir que a disponibilidade de espaço interradicular é também induzida pela inclinação axial dos dentes devido a alterações compensatórias

dentoalveolares segundo as discrepâncias esqueléticas sagitais. As inclinações dentárias apresentam menor espaço interradicular, enquanto os dentes mais verticalizados apresentaram maior espaço interradicular (Chaimanee et al., 2011).

Especificamente nas regiões interradiculares/ intra-alveolares, se o mini-implante for inserido perpendicularmente ao eixo dentário, acaba por obter menos suporte ósseo do que quando inserido com um ângulo oblíquo. A inserção de um mini-implante a 30-40° em relação ao eixo dentário permite a inserção de um mini-implante mais longo, por existir uma maior profundidade óssea disponível (Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018).

v. Regiões para radiculares/extra-alveolares na maxila

1. Crista infrazigomática

A crista infrazigomática é um excelente local para instalação de mini-implantes pois é possível de ser usada como ancoragem para realização de vários tratamentos ortodônticos como retração de um canino, retração anterior, retração em massa de toda a maxila e intrusão de dentes posteriores (Santos & Silveira, 2019).

Os mini-implantes são colocados na base da eminência da crista zigomática na superfície vestibular do processo alveolar que suporta as raízes do primeiro e segundo molares superiores (Fig. 1). O procedimento cirúrgico é um processo em duas etapas, primeiramente a ponta do mini-implante é aparafusada perpendicularmente ao eixo dos dentes, e de seguida à medida que a ponta do mini-implante penetra no osso cortical, a chave do mini-implante é girada 70° no plano frontal para posicionar o mini-implante vestibular entre as raízes dos molares e mais paralelo a estas (Chang, Lin & Yeh, 2018; Liu et al., 2017).

Para facilitar a higiene oral e o controlo da irritação do tecido, a cabeça de cada mini-implante é posicionada pelo menos 5 mm acima do nível do tecido mole de suporte (Chang, Lin & Yeh, 2018). Os mini-implantes extra-alveolares permitem o uso de mini-implantes de maior calibre para que não haja recobrimento da cabeça do mini-implante pela mucosa livre, permitindo, também, que a inserção seja feita paralela ao longo eixo dos molares evitando o contacto radicular. A localização preferida para a inserção do

mini-implante é entre o primeiro molar e o segundo molar uma vez que tem maior volume ósseo, menor probabilidade do mini-implante atingir a raiz e mantém ancoragem máxima (Chang, Lin & Yeh, 2018; Santos & Silveira, 2019).

De salientar que se ocorrer perfuração do seio durante a instalação do mini-implante, segundo a literatura, o mesmo não deve ser removido devido ao seu diâmetro reduzido, e a mecânica deve ser feita normalmente acompanhando o paciente para avaliar o desenvolvimento de uma possível sinusite (Santos & Silveira, 2019).



Figura 1: Localização preferida entre o primeiro e o segundo molares. Na vista oclusal, o local preferido para um mini-implante infrazigomático é mostrado com um círculo (Adaptado de Chang, Lin & Yeh, 2018).

2. Tuberosidade maxilar

Não existe muita informação científica sobre a colocação de mini-implantes na tuberosidade maxilar, uma vez que geralmente não é adequada para a implantação de mini-implantes. Isto deve-se ao facto da quantidade óssea ser muito limitada nesta região pela presença de dentes do siso (Poggio et al., 2006).

Naturalmente, nos casos em que existe agenesia dos dentes do siso ou até quando estes são extraídos, a tuberosidade maxilar pode tornar-se viável para a aplicação de mini-implantes se a quantidade de osso refletir a folga mínima necessária (Fig. 2) (Poggio et al., 2006).



Figura 2: Mini-implante colocado na tuberosidade maxilar.
Fotografia cedida pelo Prof. Doutor Hélder Nunes Costa.

vi. Regiões para radiculares/ extra-alveolares na mandíbula

3. Plataforma vestibular e região posterior da mandíbula

A plataforma vestibular é uma fossa na mandíbula posterior lateral à área dos molares. Existe uma espessa placa cortical vestibular para os molares, que é bem adequada para a colocação de parafusos ósseos. Neste local, o mini-implante é colocado paralelo ao longo eixo do dente, tipicamente distal à raiz distal dos segundos molares inferiores ou entre o primeiro e segundo molar inferior, próximo da junção mucogengival (Fig. 3) (Chang, Lin & Yeh, 2018).

Os principais requisitos para a colocação neste local são escolher o comprimento certo do mini-implante e garantir que há suporte ósseo circunferencial adequado para evitar a inclinação ou cisalhamento do mini-implante, levando à sua falha (Nanda et al., 2020).

Com a colocação de mini-implantes na plataforma vestibular é possível movimentar tanto molares quanto dentes anteriores simultaneamente, para mesial e distal, pois os parafusos ficam inseridos fora do percurso das raízes dentárias (Santos & Silveira, 2019).

O procedimento de instalação cirúrgica começa com a anestesia local. Posteriormente, um explorador dentário afiado é então sondado através do tecido mole até o osso no local esquelético preferido referido anteriormente. O mini-implante auto-perfurante é

aparafusado no osso, perpendicular ao plano oclusal sem pré-perfuração do local ou reflexão do retalho de tecido mole, esta abordagem é definida como um procedimento de auto perfuração. Após a instalação, à semelhança do que acontece com os mini-implantes colocados na crista infrazigomática, a cabeça do mini-implante permanece pelo menos 5 mm acima do nível do tecido mole para facilitar o acesso à higiene oral, para evitar a irritação do tecido mole, que é um problema comum dos mini-implantes (Chang, Lin & Yeh, 2018).

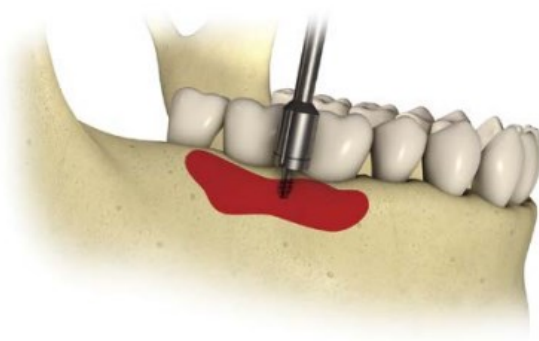


Figura 3: Plataforma vestibular (área a vermelho), local ideal para inserção de mini-implantes, entre o primeiro e o segundo molares inferiores (Adaptado de Nanda et al., 2020).

4. Ramos ascendente da mandíbula

Uma vez que estrutura óssea no ramo ascendente da mandíbula é composta por osso compacto e denso, é possível concluir que é uma zona suscetível a uma fixação cirúrgica e um bom local para os mini-implantes. Do ponto de vista biomecânico, o bordo anterior do ramo ascendente da mandíbula é um local ideal para um mini-implante de ancoragem com o objetivo de verticalizar um molar horizontalmente impactado (Chang, Lin & Yeh, 2018).

A localização ideal dos mini-implantes para um trajeto direto de tração sem interferência oclusal é a meio, entre a crista oblíqua externa e a crista oblíqua interna do ramo ascendente, cerca de 5-8 mm acima do plano oclusal (Fig. 4) (Chang, Lin & Eugene Roberts, 2018).

Na verdade, no caso de molares profundamente impactados e horizontalizados, é necessária uma linha de força superior, ancorada por um mini-implante no ramo

ascendente da mandíbula para conseguir uma verticalização do dente ou dentes, antes da aplicação da mecânica convencional (Chang, Lin & Yeh, 2018).

Normalmente, é importante recuperar os segundos molares mandibulares horizontalizados, no entanto, terceiros molares impactados também podem ser unidades dentárias relevantes se os primeiros ou segundos molares adjacentes estiverem comprometidos ou no caso de não existirem. A tração de terceiros molares impactados horizontalmente pode ser benéfica antes da extração, a fim de prevenir possíveis danos causados na zona do segundo molar adjacente, bem como a nível do nervo alveolar inferior (Chang, Lin & Yeh, 2018).

No entanto, a elevação de segundos e terceiros molares profundamente impactados e horizontalizados é uma tarefa complexa para um ortodontista, ainda assim, segundo a literatura concluiu-se que a abordagem mais confiável e eficiente é a exposição cirúrgica e verticalização com tração por meio de um mini-implante no ramo ascendente da mandíbula (Chang, Lin & Yeh, 2018; Chang, Lin & Eugene Roberts, 2018).

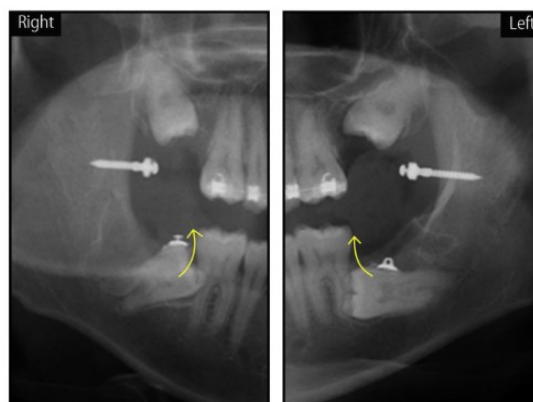


Figura 4: Mini-implantes no ramo ascendente da mandíbula para verticalização dos molares impactados e horizontalizados. Foi colocado um botão nos molares e aplicada uma força de tração entre o botão e o mini-implante (Adaptado de Chang, Lin & Eugene Roberts, 2018).

vii. Palato

A área palatina está cada vez mais a ser utilizada como um local para colocação de mini-implantes ortodônticos para diversos tratamentos como intrusão molar, protração molar e retração dentária anterior (Nanda et al., 2020).

Esta área tem a vantagem de ter um acesso fácil para a colocação, e uma vez que consiste em osso cortical grosso, oferece qualidade e quantidade óssea suficiente para suportar os mini-implantes (Mallick et al., 2021; Nienkemper et al., 2012). A menor irritação dos tecidos moles, a queratinização dos tecidos que cobrem os ossos palatinos e a ausência de interferências na movimentação ortodôntica desejada visto não haver estruturas anatômicas significativas que impeçam a colocação de mini-implantes como raízes dentárias, nervos e vasos sanguíneos, fazem com que os mini-implantes palatinos sejam comumente inseridos tanto na região anterior do palato, como na região palatina média e ainda na região posterior do palato (Lyu et al., 2020; Nanda et al., 2020).

Para alcançar a estabilidade e o sucesso geral é importante considerar tanto a qualidade e quantidade óssea total disponíveis para inserção do mini-implante, para que haja retenção mecânica, como a espessura dos tecidos moles palatinos, uma vez que pode influenciar a decisão do ortodontista sobre o comprimento dos mini-implantes a utilizar (Lyu et al., 2020; Nanda et al., 2020).

As medidas ao longo da área palatina para o osso disponível e a densidade do osso devem ser cuidadosamente feitas considerando o tamanho do mini-implante, pois a espessura do palato diminui de anterior para posterior e de mediano para lateral e o palato duro compartilha um limite comum com a cavidade nasal. O teto do palato duro é o pavimento da cavidade nasal, e qualquer perfuração levará a uma comunicação oronasal e conseqüentemente a possíveis complicações derivadas dessa comunicação (Lyu et al., 2020; Nanda et al., 2020).

Assim, a maior espessura do osso cortical no palato está, segundo a literatura, entre os incisivos centrais superiores a nível apical e entre o primeiro e segundo molares superiores esquerdos ao nível da crista, por outro lado a menor espessura cortical está entre os incisivos centrais e laterais superiores direitos a nível médio e entre o canino superior esquerdo e a primeiro pré-molar ao nível da crista (Mallick et al., 2021).

f. Aplicações clínicas

Uma das grandes vantagens dos mini-implantes ortodônticos é contribuir para a execução de movimentos complexos no tratamento ortodôntico, como por exemplo a

intrusão de dentes, corrigindo mordidas profundas, distalização de dentes posteriores, retração em massa de dentes anteriores, erupção de dentes impactados e a verticalização de molares (Mallick et al., 2021; Lyu et al., 2020). Os mini-implantes podem contribuir ainda para a correção de problemas sagitais e transversais, permitindo assim evitar o recurso a um procedimento cirúrgico ortognático (Papadopoulos & Tarawneh, 2007).

Intrusão

A intrusão de dentes quer anteriores quer posteriores, de forma convencional, é um movimento complexo de conseguir sem o efeito colateral de extrusão dos dentes de ancoragem. Assim, a colocação de mini-implantes permite uma ancoragem esquelética que requer uma colaboração mínima por parte do paciente e soluciona a perda de ancoragem que existia de forma convencional (Yamaguchi et al., 2012; González Espinosa et al., 2020).

A intrusão de dentes anteriores pode ser a solução para corrigir mordidas profundas, e ainda para correção de um sorriso gengival, neste caso os mini-implantes são benéficos (Chaimanee et al., 2011; Yamaguchi et al., 2012). Para isto, o mini-implante pode ser colocado entre as raízes do incisivo lateral e do canino, sendo a opção mais eficaz uma vez que o mini-implante fica mais próximo da área onde será exercida a força. No entanto, quando não há espaço suficiente entre as raízes, o mini-implante pode ser colocado mais próximo do apéx radicular, a desvantagem desta localização é a maior distância do ponto de aplicação da força e o facto da região ser coberta por mucosa alveolar não queratinizada, causando maior incomodo ao paciente e podendo ocorrer a submersão da cabeça do mini-implante (Santos & Silveira, 2019).

A abordagem recorrendo a mini-implantes ortodônticos oferece uma alternativa à cirurgia ortognática, que por sua vez, pode estar associada a maior desconforto pós-operatório, tem um custo financeiro maior e pode resultar em hospitalização e maior tempo de reabilitação pós-cirurgia. Além disso, o risco de recidiva após a cirurgia ortognática é significativa (González Espinosa et al., 2020).

Por outro lado, no caso de pacientes com mordida aberta ou com uma altura endoalveolar posterior superior excessiva a intrusão de molares superiores é uma indicação possível para solucionar o problema. Segundo a literatura, os molares superiores podem ser

intruídos com sucesso usando ancoragem esquelética e controlando a erupção ou extrusão dos molares mandibulares (Chaimanee et al., 2011; Yamaguchi et al., 2012).

Para obter a intrusão pura, a força deve passar pelo centro de resistência vestibulo-lingual e mesio-distal, caso contrário, o molar pode sofrer uma inclinação. Deste modo, é indicado a instalação de dois mini-implantes, um a mesial e outro a distal do dente a ser intruído, sendo um a vestibular e outro a palatino, mantendo um sistema de forças controlado (Fig. 5). Na dimensão vestibulo-lingual, a força exercida pelo mini-implante é mais vertical no lado vestibular do que no lado palatino, o que pode produzir um movimento de inclinação para palatino. Isto deve ser evitado colocando o mini-implante palatino em direção à gengiva e deixando algum comprimento do mini-implante vestibular fora do osso e da superfície da mucosa (Nanda & Uribe, 2008; Santos & Silveira, 2019; González Del Castillo McGrath et al., 2018).

O uso de dispositivos de ancoragem esquelética para intrusão, segundo a literatura, pode ainda causar uma rotação da mandíbula no sentido horário, melhorando a estética facial do paciente (González Espinosa et al., 2020).



Figura 5: Aplicação de força de intrusão através de mini-implantes a vestibular e a palatino do dente a intruir (Retirado de Nanda & Uribe, 2008).

Verticalização de molares

Quando há necessidade de verticalizar um molar pode recorrer-se à colocação de dois mini-implantes verticalmente ao osso alveolar, mesiais ao molar a ser verticalizado. Os dois mini-implantes são colocados próximos entre si e deverão ser unidos através de resina fotopolimerizável, simulando uma coroa provisória, na qual será colada um bracket, a fim de proporcionar um controlo preciso do dente com um arco convencional. É indispensável a utilização de dois mini-implantes unidos para reduzir a possibilidade

de falha do mini-implante, e para fornecer mais resistência à força de torção (Nanda & Uribe, 2008; Santos & Silveira, 2019).

Outra alternativa para a verticalização de um molar mesializado é a colocação de um mini-implante a distal do dente, na área retromolar da mandíbula ou na região da tuberosidade maxilar (Nanda & Uribe, 2008).

Extrusão

A ocorrência de impaction dentária é maior para os terceiros molares inferiores e superiores, seguidos pelos caninos superiores. É importante o recurso a um CBCT para a execução de um plano de tratamento adequado. Se a erupção espontânea de um canino superior for improvável, a intervenção cirúrgica e a recuperação ortodôntica são uma solução superior à extração. A utilização de um mini-implante infrazigomático como ancoragem para erupcionar um dente impactado é a abordagem preferida (Fig. 6) (Chang, Lin & Yeh, 2018).

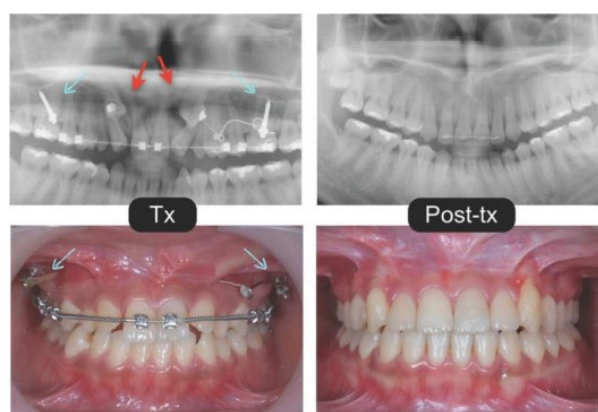


Figura 6: Radiografias durante o tratamento (Tx) e após o tratamento (Post-tx) e fotografias intra-orais mostram extrusão dos caninos superiores, profundamente impactados (setas vermelhas) com recurso a mini-implantes infrazigomáticos (setas azuis) (Adaptado de Chang, Lin & Yeh, 2018).

No caso de terceiros molares inclusos, pode ser necessário recorrer a erupção utilizando mini-implantes para simplificar a remoção, uma vez que nestes casos complicados devido à proximidade com o nervo alveolar inferior, o recurso a mini-implantes permite um melhor efeito. Para além disso, confiando numa ancoragem estável e induzindo forças extrusivas, o dente em questão pode ainda tornar-se funcional (Chaimanee et al., 2011).

Por outro lado, no caso de molares inclusos horizontalizados, os mini-implantes ortodônticos têm sido usados como ancoragem para a verticalização, por serem mais eficazes em minimizar efeitos colaterais em dentes adjacentes. A inserção do mini implante retromolar permite que a força seja aplicada distalmente ao centro de resistência do molar, facilitando o controlo vertical durante a fase de extrusão (Santos & Silveira, 2019).

Distalização de Molares

Com mini-implantes, os molares podem ser efetivamente distalizados sem mecânica reativa nos dentes anteriores. Considerando que os efeitos da distalização com aparelhos convencionais, sem ancoragem esquelética, podem ser resumidos pelo movimento distal dos molares, movimento anterior dos pré-molares e alargamento dos incisivos, o recurso a mini-implantes é uma clara vantagem (Nanda & Uribe, 2008).

Assim, em casos de pacientes com indicação para distalização dos molares, pode ser colocado um mini-implante a mesial do dente a ser distalizado e utilizar um cursor para distalizar os dentes posteriores. A aplicação da força pode ser feita de várias formas, por exemplo com elástico em cadeia ou com molas fechadas de Níquel-Titânio (Ni-Ti) (Nanda & Uribe, 2008; Santos & Silveira, 2019).

A localização preferencial para a colocação do mini implante nestes casos, é em gengiva queratinizada, no osso alveolar, por vestibular entre o segundo pré-molar superior e o primeiro molar ou por palatino entre o primeiro molar superior e o segundo molar (Santos & Silveira, 2019; Nanda & Uribe, 2008).

Outra maneira para conseguir uma distalização de molares é anexar um gancho de retração a distal do canino e usando uma mola fechada de Ni-Ti do mini-implante ao gancho (Fig. 7). No entanto, em alguns casos de acordo com vários fatores, como a morfologia da raiz e o tipo de osso alveolar são necessárias mecânicas adicionais para distalizar eficientemente todos os dentes. Uma maneira simples é adicionar uma mola aberta entre os molares e o primeiro molar distalizar o segundo molar e continuar a distalização dos outros dentes sucessivamente (Fig. 7) (Nanda et al., 2020).

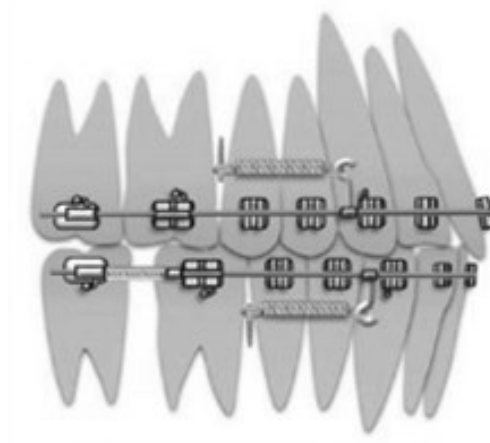


Figura 7: Distalização de dentes posteriores através de ancoragem direta dos mini-implantes e com recurso a uma mola aberta de Ni-Ti (Adaptado de Nanda et al., 2020).

Retração anterior

A falta de colaboração por parte do paciente com o uso de aparelhos extra-orais ou com outros métodos de ancoragem, a necessidade de uma ancoragem absoluta ou ainda devido a uma unidade de ancoragem comprometida por, por exemplo, um número reduzido de dentes, levou ao uso de mini-implantes como auxiliares da fase de retração de dentes anteriores, a fim de conseguir contornar estas preocupações (Santos & Silveira, 2019).

Assim, a retração pura de segmentos anteriores pode ser facilitada pela utilização de mini-implantes (Chaimanee et al., 2011). A retração de dentes anteriores pode ainda ser necessária quando existe um grande apinhamento dentário anterior. No caso de não se recorrer à extração de nenhuma peça dentária, é necessário distalizar todos os dentes posteriores para, posteriormente, alinhar os dentes anteriores. Após a distalização dos dentes posteriores, vai haver espaço na arcada, a mesial do primeiro pré-molar que pode ser utilizado para alinhar e retrain os dentes anteriores (Nanda & Uribe, 2008).

De outro ponto de vista, é possível realizar a retração de dentes anteriores recorrendo à extração dos primeiros pré-molares. O mini-implante deve ser colocado entre o segundo pré-molar e o primeiro pré-molar de ambos os lados, é necessário o uso de aparelho convencional e de uma barra transpalatina para manter a forma da arcada e controlar o torque dos dentes posteriores (Fig. 8). Posteriormente, ligando o canino ao mini-implante consegue-se uma retração parcial do canino, permitindo distalizar o canino até que os

restantes dentes anteriores estejam alinhados. No final, pode realizar-se a retração em massa dos dentes anteriores, devido aos dentes anteriores estarem ligados entre si, ao colocar uma mola fechada de Ni-Ti entre os ganchos anteriores e o mini-implante consegue-se uma retração dos 6 dentes anteriores (Fig. 8) (Nanda & Uribe, 2008).



Figura 8: Barra transpalatina para manter a forma da arcada, à esquerda. Mini-implante entre o segundo pré-molar e o primeiro molar superiores, com uma força de retração através de uma mola de Ni-Ti (Adaptado de Nanda & Uribe, 2008).

Expansão Palatina

A deficiência transversal maxilar é uma deformidade comum, a expansão da maxila está indicada em pacientes em crescimento para alargar a dimensão transversal maxilar. O tratamento em crianças em crescimento resulta na separação de suturas palatinas médias e várias suturas circun-maxilares, contribuindo para um aumento da dimensão transversal. Para além das alterações esqueléticas, a expansão rápida da maxila também produz tanto a inclinação dentária como alveolar. As crianças mais novas demonstram uma maior expansão esquelética, enquanto as mais velhas tendem a mostrar uma maior inclinação dentária, uma vez que à medida que as pessoas envelhecem, as suturas palatinas médias e circun-maxilares mostram uma maior resistência à expansão, acabando por ser produzidos principalmente efeitos dentoalveolares que podem causar efeitos periodontais indesejáveis (Jones et al., 2020).

A expansão rápida da maxila assistida por mini-implantes (MARPE) permite uma abordagem alternativa para a expansão maxilar sem intervenção cirúrgica em adultos jovens, exibindo alta taxa de sucesso de separação de suturas e estabilidade após expansão (Jones et al., 2020; Vaid, 2018). Este aparelho é suportado por dentes e por osso e tem um elemento rígido que se liga a 4 mini-implantes que são inseridos na região paramediana da sutura palatina, para fornecer uma força de expansão ortopédica

diretamente ao osso, conseguindo uma expansão esquelética maior em comparação com a expansão palatina dentada convencional (Fig. 9) (Jones et al., 2020; Lyu et al., 2020).

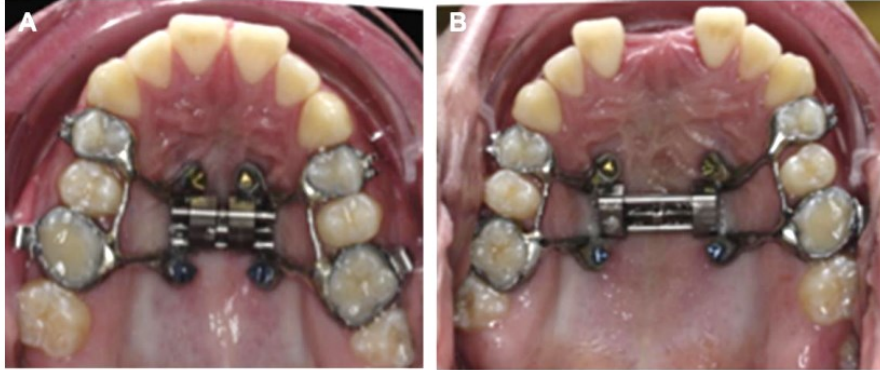


Figura 9: Vista oclusal antes (A) e depois (B) da expansão palatina com ancoragem esquelética através de mini-implantes no palato (Adaptado de Jones et al., 2020).

Má Oclusão de Classe II

A má oclusão de classe II é dada por uma relação sagital distal da mandíbula relativamente à maxila (Wang et al., 2020). O tratamento ortodôntico com recurso a mini-implantes pode permitir solucionar a má oclusão sem ser necessário recurso a cirurgia ortognática. Uma vez que o movimento distal do molar maxilar pode muitas vezes fornecer uma solução de tratamento para a correção da má oclusão, a perda de ancoragem é uma das principais preocupações durante os movimentos dos molares, atenuada pela utilização de mini-implantes (Quinzi et al., 2020; Mohamed et al., 2018; Jones et al., 2020; Nosouhian et al., 2015).

O sucesso do aparelho pêndulo pode ser melhorado com a adição de mini-implantes palatinos para fins de distalização de molares superiores, quando se pretende corrigir uma má oclusão de classe II devido a um avanço maxilar (Fig. 10). No entanto, problemas sagitais de má oclusão de Classe II com overjet severo num adulto, geralmente requerem cirurgia ortognática, uma vez que a correção da relação molar classe II num adulto é um tratamento desafiante apenas com a mecânica convencional. A localização dos mini-implantes na área infrazigomática é aconselhada para ancoragem, a fim de retrain os segmentos anteriores, bem como para retração de todo o arco maxilar, permitindo uma

resolução conservadora da má oclusão (Fig. 11) (Nosouhian et al., 2015; Chang, Lin & Yeh, 2018).



Figura 10: Distalização unilateral de molares superiores, usando aparelho pêndulo com ancoragem esquelética no palato (Adaptado de Ludwig et al., 2011).

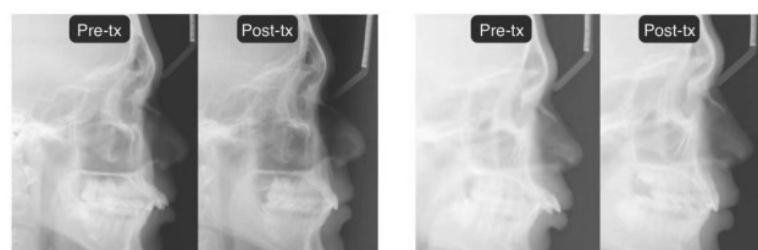


Figura 11: Telerradiografias de perfil pré-tratamento (Pré-tx) e após o tratamento (Póst-tx) de pacientes com má oclusão de classe II, associada à vestibularização dos incisivos superiores. As más oclusões foram corrigidas, de modo conservador, com tração de mini-implantes infrazigomáticos bilaterais (Adaptado de Chang, Lin & Yeh, 2018).

Má Oclusão de Classe III

À semelhança da Classe II, a má oclusão de Classe III também pode ser submetida a tratamentos ortodônticos de camuflagem utilizando mini-implantes. Uma má oclusão de classe III esquelética, com mordida cruzada anterior e/ou mordida aberta, geralmente requer cirurgia ortognática (Fig. 12). O tratamento com camuflagem resulta, normalmente, numa oclusão aceitável, mas tanto os resultados faciais como os dentários ficam comprometidos (Nosouhian et al., 2015; Chang, Lin & Yeh, 2018).

O recurso a mini-implantes, quando principalmente existe uma falta de cooperação por parte do paciente com o uso da máscara facial ou quando existem questões psicossociais

que o afetam, pode ser uma alternativa eficaz. Além disso, o tempo de tratamento acaba por ser significativamente mais curto do que o necessário para tratamentos com aparelhos extra-orais. Assim, os mini-implantes ortodônticos associados aos elásticos intermaxilares podem ser uma opção de tratamento para pacientes classe III com retrusão maxilar. O tratamento de más oclusões de classe III pode ainda ser realizado com a distalização dos molares mandibulares através de mini-implantes colocados no arco maxilar ou mandibular (Souza et al., 2019; Nosouhian et al., 2015).

Por outro lado, a ancoragem de um mini-implante na plataforma vestibular mandibular é uma solução conservadora, sem cirurgia ortognática, que oferece potencial para a resolução de más oclusões esqueléticas graves. A maior vantagem dos mini-implantes na plataforma vestibular, é a sua localização anatômica fora da área da raiz do processo alveolar, permitindo retrain segmentos para corrigir o apinhamento em qualquer arcada. Além disso, a linha da força de retração de todo o arco inferior é superior ao centro de resistência do osso, de modo que a arcada é retraída e girada para intruir os molares, resolvendo a má oclusão de classe III com mordida aberta e diminuindo a dimensão vertical da oclusão (Fig. 12) (Chang, Lin & Yeh, 2018).

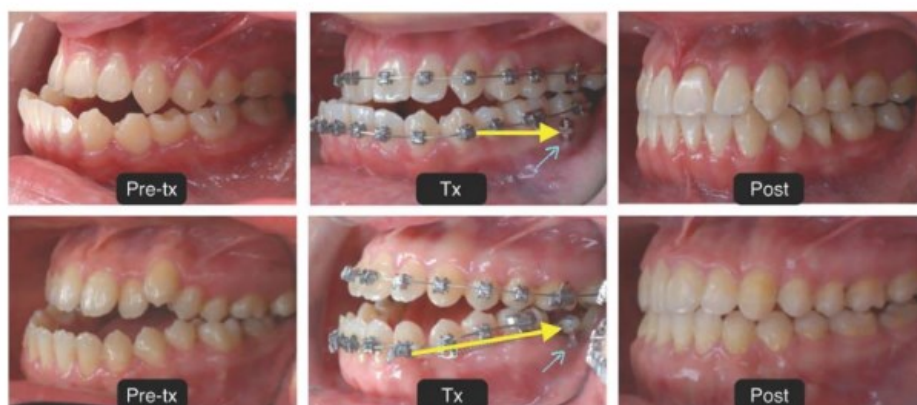


Figura 12: As três imagens superiores mostram uma má oclusão de Classe III esquelética: pré-tratamento (Pré-tx), durante o tratamento (Tx) e após o tratamento (Post). As imagens inferiores mostram uma má oclusão de Classe III, com uma mordida aberta anterior. As setas azuis remetem para a posição dos mini-implantes e as setas amarelas remetem para as linhas de força para retrain e posteriormente, rodar a arcada inferior a fim de corrigir de forma conservadora a má oclusão (Adaptado de Chang, Ling & Yeh, 2018).

g. Limitações/Complicações

Apesar dos mini-implantes apresentarem diversas vantagens para o sucesso do tratamento ortodôntico, a sua utilização não é isenta de limitações e potenciais complicações (Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018).

A maioria das complicações estão associadas ou à inserção dos mini-implantes ou à carga ortodôntica aplicada ou à saúde dos tecidos moles peri-implantares (Yamaguchi et al., 2012).

Considerando a inserção interradicular dos mini-implantes, as limitações principais devem-se a características anatômicas que, por vezes, obrigam à colocação dos mini-implantes numa posição não ideal. Nestas situações, torna-se necessário estudar e repensar a mecânica ortodôntica, dado que em certas localizações a percentagem de falha não é negligenciável (Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018).

É certo que, com base na literatura, está estudado e é possível determinar quais as localizações anatômicas onde, em princípio, será seguro a colocação de um mini-implante, mas também é entendível que a anatomia humana varia de indivíduo para indivíduo e é sempre obrigatório uma avaliação direcionada e individualizada do paciente (Yamaguchi et al., 2012).

De outra perspetiva, perante a inserção de um mini-implante existe a possibilidade de traumatismos de várias estruturas, nomeadamente do ligamento periodontal, da raiz dentária adjacente e ainda de nervos e vasos sanguíneos, o que pode levar à perda da vitalidade do dente lesado, à osteosclerose e ainda à aquilose dentoalveolar (Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018). Geralmente, caso ocorram estas complicações, o paciente apresentará sintomas, tais como dor à percussão e mastigação nos casos de lesão do ligamento periodontal, e sensibilidade ao calor e frio nos casos de lesão radicular. Nestes casos, o mini-implante deve ser removido para que possa haver uma reparação ao nível da raiz e do periodonto, excepto se o traumatismo tiver ocorrido na raiz externa do dente sem envolvimento pulpar, este provavelmente não influenciará a viabilidade do dente (Papadopoulos & Tarawneh, 2007; Yamaguchi et al., 2012).

Um exemplo prático pode ser uma situação em que haja uma aproximação do mini-implante ao ligamento periodontal, aqui, o feedback dos pacientes ao usar apenas anestesia tópica é útil para evitar danos nas estruturas importantes. E se ocorrer contacto com a raiz, o mini-implante pode parar ou começar a requerer maior força de inserção e o paciente pode sentir uma dor repentina e aguda, caso haja esta suspeita de trauma, o clínico deve desenroscar o mini-implante 2 ou 3 espiras e avaliá-lo radiograficamente (Yamaguchi et al., 2012; Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018).

Pelos desafios previamente descritos, a colocação interradicular deve ser acompanhada de um planeamento radiográfico adequado, incluindo uma guia cirúrgica com radiografias panorâmicas e periapicais, para determinar o local mais seguro para a colocação do mini-implante. É especialmente importante ter em conta os melhores locais para a colocação, com maior quantidade óssea tanto na maxila como na mandíbula (Yamaguchi et al., 2012).

Também é de extrema importância que o clínico esteja familiarizado com a anatomia dos nervos e vasos sanguíneos importantes antes da inserção do mini-implante. Quando se coloca um mini-implante palatino, existe um risco de lesão do nervo palatino e dos vasos sanguíneos maiores. O forame palatino é geralmente lateral ao terceiro molar ou entre o segundo e o terceiro molar, portanto, o mini-implante deve ser colocado mais a mesial nas encostas palatinas se for clinicamente decidido que será inserido na região do terceiro molar. Na plataforma vestibular mandibular, há risco de dano do nervo alveolar inferior localizado no canal mandibular (Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018).

Na região retromolar, há um risco de dano de dois nervos principais, o nervo vestibular e o nervo lingual, assim, nestas regiões são recomendados mini-implantes de menos de 8 mm de comprimento. Também não é raro perfurar o seio maxilar ao colocar mini-implantes no osso cortical vestibular, o risco é maior se a região for desdentada, embora as perfurações geralmente cicatrizem sem complicações. Nesses casos, recomenda-se a continuidade da terapia ortodôntica, pois não há necessidade de reposicionamento do mini-implante, no entanto, é necessária uma monitorização cuidadosa (Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018).

Outra complicação associada aos mini-implantes ortodônticos é a falha na ancoragem sob carga ortodôntica, se um mini-implante se solta, raramente recupera a estabilidade e provavelmente precisará de ser removido. Como já foi referido, a estabilidade do mini-

implante depende de vários fatores como a densidade óssea, os tecidos moles peri-implantares, do desenho do próprio mini-implante e da técnica cirúrgica utilizada. No entanto, a falha na ancoragem do mini-implante é frequentemente resultado da baixa densidade óssea devido a uma espessura cortical insuficiente e inadequada (Papadopoulos & Tarawneh, 2007; Yamaguchi et al., 2012). A colocação de mini-implantes em tecidos alveolares não queratinizados revela uma maior taxa de falha quando comparado com tecidos queratinizados, uma vez que a mucosa alveolar móvel não queratinizada é facilmente irritável e a inflamação dos tecidos moles ao redor do mini-implante está diretamente relacionada ao aumento de mobilidade. Por outro lado, a forma geométrica do mini-implante e a técnica cirúrgica influenciam diretamente na distribuição do stresse no osso peri-implantar, assim, a maioria das perdas de mini-implantes ocorre como resultado de um stresse excessivo na interface parafuso/osso (Nosouhian et al., 2015; Yamaguchi et al., 2012).

A inflamação, infecção e peri-implantite do tecido mole são outras complicações que podem estar associadas aquando da utilização de mini-implantes ortodônticos. Sendo a peri-implantite uma inflamação da mucosa circundante do implante, com perda de suporte ósseo evidente tanto clinicamente como radiograficamente, com sangramento presente quando é realizada uma sondagem, com supuração e mobilidade progressiva, o tecido peri-implantar saudável desempenha um papel importante como barreira biológica para as bactérias. Assim, segundo inúmeros estudos, está comprovado que é possível evitar grande parte da inflamação dos tecidos através de uma higiene oral meticulosa (Elias et al., 2012; Yamaguchi et al., 2012).

Por fim, a fratura do mini-implante pode ocorrer pela sua colocação em osso de elevada densidade, pela falta de estabilidade primária, pela aplicação de cargas excessivas após a sua colocação, devido a um torque excessivo tanto na inserção como na remoção, e ainda durante a remoção, se o pescoço do mini-implante for muito estreito. Para evitar esta complicação, é aconselhável que os mini-implantes utilizados tenham um diâmetro superior a 2 mm (Papadopoulos & Tarawneh, 2007).

III. CONCLUSÃO

O desenvolvimento da ancoragem esquelética tornou possível ampliar o espectro de tratamentos ortodônticos. Tratando-se de uma ancoragem fixa e absoluta, controlada pelo clínico e sendo independente da colaboração do paciente veio tornar os resultados do tratamento mais fáceis de prever.

Os mini-implantes ortodônticos mudaram o paradigma de ancoragem ortodôntica. Devido ao seu tamanho reduzido, à facilidade de colocação, ao seu baixo custo, à possibilidade de, ao contrário dos implantes dentários, poderem ser sujeitos a carga imediata sem necessidade de esperar meses pela cicatrização, e principalmente devido à variedade de localizações disponíveis para a sua colocação, os mini-implantes ortodônticos vieram facilitar o movimento ortodôntico e estão cada vez mais associados à resolução de situações clínicas complexas.

As limitações, desvantagens ou alguns riscos associados à ancoragem esquelética com mini-implantes, são problemas que quando comparados com o benefício de uma ancoragem esquelética, normalmente são de menor relevância.

IV. BIBLIOGRAFIA

Alkadhimi, A., & Al-Awadhi, E. A. (2018). Miniscrews for orthodontic anchorage: a review of available systems. *Journal of Orthodontics*, 45(2), 102–114. <https://doi.org/10.1080/14653125.2018.1443873>

Baumgaertel, S., Hans, M. G., & Razavi, M. R. (2008). Mini-implant anchorage for the orthodontic practitioner. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133(4), 621–627. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.03.022>

Becker, K., Pliska, A., Busch, C., Wilmes, B., Wolf, M., & Drescher, D. (2018). Efficacy of orthodontic mini implants for en masse retraction in the maxilla: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Implant Dentistry*, 4(1), 35. <https://doi.org/10.1186/s40729-018-0144-4>

Borsos, G., Vokó, Z., Gredes, T., Kunert-Keil, C., & Vegh, A. (2012). Tooth movement using palatal implant supported anchorage compared to conventional dental anchorage. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*, 194(6), 556–560. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2012.08.003>

Chaimanee, P., Suzuki, B., & Suzuki, E. Y. (2011). "Safe zones" for miniscrew implant placement in different dentoskeletal patterns. *The Angle Orthodontist*, 81(3), 397–403. <https://doi.org/10.2319/061710-111.1>

Chang, C., Liu, S. S., & Roberts, W. E. (2015). Primary failure rate for 1680 extra-alveolar mandibular buccal shelf mini-screws placed in movable mucosa or attached gingiva. *The Angle Orthodontist*, 85(6), 905–910. <https://doi.org/10.2319/092714.695.1>

Chang, C. C. H., Lin, J. S. Y., & Yeh, H. Y. (2018). Extra-Alveolar Bone Screws for Conservative Correction of Severe Malocclusion Without Extractions or Orthognathic Surgery. *Current osteoporosis reports*, 16(4), 387–394. <https://doi.org/10.1007/s11914-018-0465-5>

Chang, C. H., Lin, J. S., & Eugene Roberts, W. (2018). Ramus screws: The ultimate solution for lower impacted molars. *Seminars in Orthodontics*, 24(1), 135–154. <https://doi.org/10.1053/j.sodo.2018.01.012>

Chang, H. P., & Tseng, Y. C. (2014). Miniscrew implant applications in contemporary orthodontics. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, 30(3), 111–115. <https://doi.org/10.1016/j.kjms.2013.11.002>

Chen, Y. J., Chang, H. H., Huang, C. Y., Hung, H. C., Lai, E. H., & Yao, C. C. (2007). A retrospective analysis of the failure rate of three different orthodontic skeletal anchorage systems. *Clinical Oral Implants Research*, 18(6), 768–775. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2007.01405.x>

Chen, Y., Kyung, H. M., Zhao, W. T., & Yu, W. J. (2009). Critical factors for the success of orthodontic mini-implants: a systematic review. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 135(3), 284–291. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.08.017>

Elias, C. N., Oliveira Ruellas, A. C., & Fernandes, D. J. (2012). Orthodontic implants: concepts for the orthodontic practitioner. *International journal of dentistry*, 2012, 1-7. <https://doi.org/10.1155/2012/549761>

Freudenthaler, J. W., Haas, R., & Bantleon, H. P. (2001). Bicortical titanium screws for critical orthodontic anchorage in the mandible: a preliminary report on clinical

applications. *Clinical Oral Implants Research*, 12(4), 358–363.
<https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.2001.012004358.x>

Gainsforth, B. L., & Higley, L. B. (1945). A study of orthodontic anchorage possibilities in basal bone. *American Journal of Orthodontics and Oral Surgery*, 31(8), 406–417.
[https://doi.org/10.1016/0096-6347\(45\)90025-1](https://doi.org/10.1016/0096-6347(45)90025-1)

Giuliano Maino, B., Pagin, P., & Di Blasio, A. (2012). Success of miniscrews used as anchorage for orthodontic treatment: analysis of different factors. *Progress in orthodontics*, 13(3), 202–209. <https://doi.org/10.1016/j.pio.2012.04.002>

González Del Castillo McGrath, M., Araujo-Monsalvo, V. M., Murayama, N., Martínez-Cruz, M., Justus-Doczi, R., Domínguez-Hernández, V. M., & Ondarza-Rovira, R. (2018). Mandibular anterior intrusion using miniscrews for skeletal anchorage: A 3-dimensional finite element analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 154(4), 469–476. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2018.01.009>

González Espinosa, D., de Oliveira Moreira, P. E., da Sousa, A. S., Flores-Mir, C., & Normando, D. (2020). Stability of anterior open bite treatment with molar intrusion using skeletal anchorage: a systematic review and meta-analysis. *Progress in orthodontics*, 21(1), 35. <https://doi.org/10.1186/s40510-020-00328-2>

Jasoria, G., Shamim, W., Rathore, S., Kalra, A., Manchanda, M., & Jaggi, N. (2013). Miniscrew implants as temporary anchorage devices in orthodontics: a comprehensive review. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 14(5), 993–999.
<https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1439>

Jing, Z., Wu, Y., Jiang, W., Zhao, L., Jing, D., Zhang, N., Cao, X., Xu, Z., & Zhao, Z. (2016). Factors Affecting the Clinical Success Rate of Miniscrew Implants for

Orthodontic Treatment. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 31(4), 835–841. <https://doi.org/10.11607/jomi.4197>

Jones, J. P., Elnagar, M. H., & Perez, D. E. (2020). Temporary Skeletal Anchorage Techniques. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 32(1), 27–37. <https://doi.org/10.1016/j.coms.2019.08.003>

Kalra, S., Tripathi, T., Rai, P., & Kanase, A. (2014). Evaluation of orthodontic mini-implant placement: a CBCT study. *Progress in Orthodontics*, 15(1), 61. <https://doi.org/10.1186/s40510-014-0061-x>

Kim, J. W., Ahn, S. J., & Chang, Y. I. (2005). Histomorphometric and mechanical analyses of the drill-free screw as orthodontic anchorage. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 128(2), 190–194. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2004.01.030>

Kim, S. H., Choi, Y. S., Hwang, E. H., Chung, K. R., Kook, Y. A., & Nelson, G. (2007). Surgical positioning of orthodontic mini-implants with guides fabricated on models replicated with cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 131(4), S82–S89. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.01.027>

Leo, M., Cerroni, L., Pasquantonio, G., Condò, S. G., & Condò, R. (2016). Temporary anchorage devices (TADs) in orthodontics: review of the factors that influence the clinical success rate of the mini-implants. *La Clinica terapeutica*, 167(3), e70–e77. <https://doi.org/10.7417/CT.2016.1936>

Lim, H. J., Eun, C. S., Cho, J. H., Lee, K. H., & Hwang, H. S. (2009). Factors associated with initial stability of miniscrews for orthodontic treatment. *American Journal of*

Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 136(2), 236–242.
<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.07.030>

Liu, H., Liu, D. X., Wang, G., Wang, C. L., & Zhao, Z. (2010). Accuracy of surgical positioning of orthodontic miniscrews with a computer-aided design and manufacturing template. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 137(6), 728.e1–729. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2009.12.025>

Liu, H., Wu, X., Yang, L., & Ding, Y. (2017). Safe zones for miniscrews in maxillary dentition distalization assessed with cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 151(3), 500–506. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.07.021>

Liu, Y., Yang, Z. J., Zhou, J., Xiong, P., Wang, Q., Yang, Y., Hu, Y., & Hu, J. T. (2020). Comparison of Anchorage Efficiency of Orthodontic Mini-implant and Conventional Anchorage Reinforcement in Patients Requiring Maximum Orthodontic Anchorage: A Systematic Review and Meta-analysis. *The journal of evidence-based dental practice*, 20(2), 101401. <https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2020.101401>

Ludwig, B., Glasl, B., Bowman, S. J., Wilmes, B., Kinzinger, G. S. M., & Lisson, J. A. (2011). Anatomical guidelines for miniscrew insertion: Palatal sites. *Journal of Clinical Orthodontics: JCO*, 45(8), 433–467.

Lyu, X., Guo, J., Chen, L., Gao, Y., Liu, L., Pu, L., Lai, W., & Long, H. (2020). Assessment of available sites for palatal orthodontic mini-implants through cone-beam computed tomography. *The Angle Orthodontist*, 90(4), 516–523. <https://doi.org/10.2319/070719-457.1>

Mallick, S., Murali, P. S., Kuttappa, M. N., Shetty, P., & Nair, A. (2021). Optimal sites for mini-implant insertion in the lingual or palatal alveolar cortical bone as assessed by cone beam computed tomography in South Indian population. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 24(1), 121–129. <https://doi.org/10.1111/ocr.12415>

Mohamed, R. N., Basha, S., & Al-Thomali, Y. (2018). Maxillary molar distalization with miniscrew-supported appliances in Class II malocclusion: A systematic review. *The Angle Orthodontist*, 88(4), 494–502. <https://doi.org/10.2319/091717-624.1>

Moslemzadeh, S. H. (2017). Evaluation of Interdental Spaces of the Mandibular Posterior Area for Orthodontic Mini-Implants with Cone-Beam Computed Tomography. *JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH*. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/25436.9520>

Nanda, R., Uribe, F., A. (2008). *Temporary Anchorage Devices in Orthodontics* (1st ed.). Mosby.

Nanda, R., Uribe, F., & Yadav, S. (2020). *Temporary Anchorage Devices in Orthodontics* (2nd ed.). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-60933-3.05001-8>

Nienkemper, M., Pauls, A., Ludwig, B., Wilmes, B., & Drescher, D. (2012). Multifunctional use of palatal mini-implants. *Journal of Clinical Orthodontics*. *JCO*, 46(11), 679–704.

Nienkemper, M., Wilmes, B., Renger, S., Mazaud-Schmelter, M., & Drescher, D. (2012). Amélioration de la stabilité des mini-implants orthodontiques. *L' Orthodontie Francaise*, 83(3), 201–207. <https://doi.org/10.1051/orthodfr/2012021>

Nosouhian, S., Rismanchian, M., Sabzian, R., Shadmehr, E., Badrian, H., & Davoudi, A. (2015). A Mini-review on the Effect of Mini-implants on Contemporary Orthodontic Science. *Journal of International Oral Health : JIOH*, 7(1), 83–87.

Papadopoulos, M. A., & Tarawneh, F. (2007). The use of miniscrew implants for temporary skeletal anchorage in orthodontics: a comprehensive review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 103(5), e6–e15. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2006.11.022>

Park, J. H. (2020). *Temporary Anchorage Devices in Clinical Orthodontics* (1st ed.). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781119513636>

Poggio, P. M., Incorvati, C., Velo, S., & Carano, A. (2006). "Safe zones": a guide for miniscrew positioning in the maxillary and mandibular arch. *The Angle Orthodontist*, 76(2), 191–197. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2006\)076\[0191:SZAGFM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2006)076[0191:SZAGFM]2.0.CO;2)

Quinzi, V., Marchetti, E., Guerriero, L., Bosco, F., Marzo, G., & Mummolo, S. (2020). Dentoskeletal Class II Malocclusion: Maxillary Molar Distalization with No-Compliance Fixed Orthodontic Equipment. *Dentistry Journal*, 8(1), 26. <https://doi.org/10.3390/dj8010026>

Santos, M. E., & Silveira, C. A., (2019). Interradicular mini-implants and extra-alveolar mini-implants in orthodontic movement. *revistaeletronicafunvic.org*, 4(2), 31-38.

Santos, P. C. F., Rodrigues, L. W. M., Monteiro, A. L. B., Rebouças, P. D., Freitas, B. V., & Trévia, M. C. (2021). Intercorrência na instalação de miniparafuso buccal shelf – relato de caso. *Orthodontic Science and Practice*, 14(53), 62–69. <https://doi.org/10.24077/2021;1453-6269>

Sherman A. J. (1978). Bone reaction to orthodontic forces on vitreous carbon dental implants. *American Journal of Orthodontics*, 74(1), 79–87. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(78\)90047-7](https://doi.org/10.1016/0002-9416(78)90047-7)

Souza, R. A., Rino Neto, J., & de Paiva, J. B. (2019). Maxillary protraction with rapid maxillary expansion and facemask versus skeletal anchorage with mini-implants in class III patients: a non-randomized clinical trial. *Progress in Orthodontics*, 20(1), 35. <https://doi.org/10.1186/s40510-019-0288-7>

Tsui, W. K., Chua, H. D., & Cheung, L. K. (2012). Bone anchor systems for orthodontic application: a systematic review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 41(11), 1427–1438. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2012.05.011>

Vaid, N. R. (2018). Temporary anchorage applications revisited! *Seminars in Orthodontics*, 24(1), 1–2. <https://doi.org/10.1053/j.sodo.2018.01.001>

Wang, K., Fan, H., Yang, H., Li, J., & Xie, W. (2020). Efficacy and safety of micro-implant anchorage in Angle class II malocclusion orthodontic treatment: A protocol for systematic review and meta-analysis. *Medicine*, 99(50), e23221. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000023221>

Yamaguchi, M., Inami, T., Ito, K., Kasai, K., & Tanimoto, Y. (2012). Mini-implants in the anchorage armamentarium: new paradigms in the orthodontics. *International Journal of Biomaterials*, 2012, 394121. <https://doi.org/10.1155/2012/394121>