



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

**Centro Biomédico**

**Faculdade de Odontologia**

**Luciana Quintanilha Pires Fernandes**

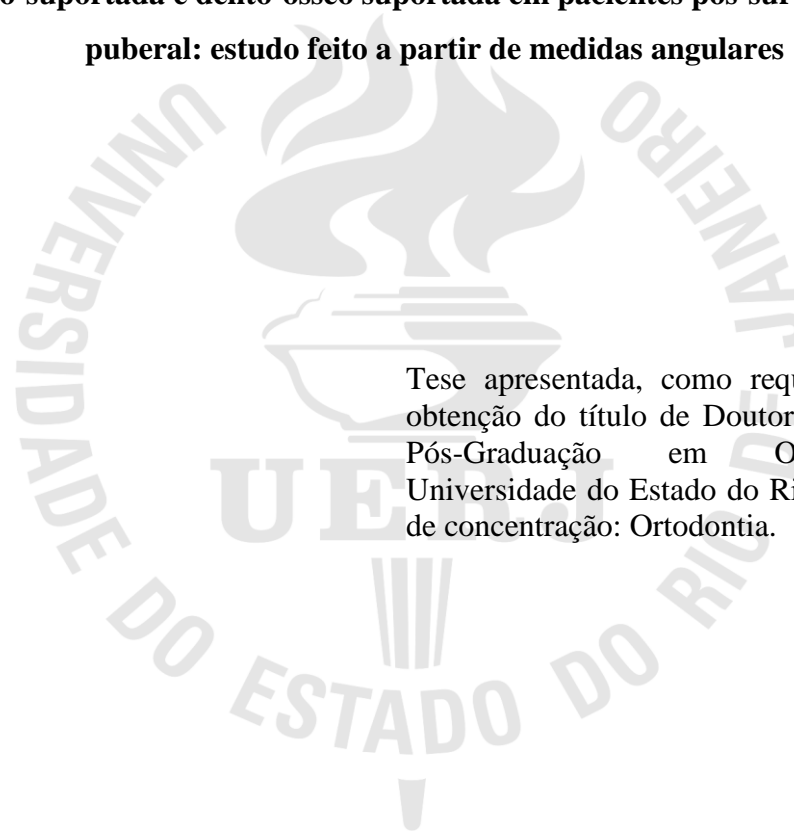
**Comparação dos efeitos esqueléticos, alveolares e dentários após expansão rápida da maxila dento-suportada e dento-ósseo suportada em pacientes pós-surto de crescimento puberal: estudo feito a partir de medidas angulares**

Rio de Janeiro

2023

Luciana Quintanilha Pires Fernandes

**Comparação dos efeitos esqueléticos, alveolares e dentários após expansão rápida da maxila dento-suportada e dento-ósseo suportada em pacientes pós-surto de crescimento puberal: estudo feito a partir de medidas angulares**



Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora, ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Ortodontia.

Orientador: Prof. Dr. Jonas Capelli Júnior

Rio de Janeiro

2023

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ/REDE SIRIUS/CBB

F363 Fernandes, Luciana Quintanilha Pires.  
Comparação dos efeitos esqueléticos, alveolares dentários após expansão rápida da maxila dento-suportada e dento-ósseo suportada em pacientes pós-surto de crescimento puberal: estudo feito a partir de medidas angulares. – Luciana Quintanilha Pires Fernandes, 2023.  
126 f.

Orientador: Jonas Capelli Júnior.  
Tese (doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Odontologia.

1. Má oclusão. 2. Técnica de expansão palatina. 3. Procedimentos de ancoragem ortodôntica. I. Capelli Júnior, Jonas. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Odontologia. III. Título.

CDU  
616.314

Kárin Paz CRB/7 6287

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.

---

Assinatura

---

Data

Luciana Quintanilha Pires Fernandes

**Comparação dos efeitos esqueléticos, alveolares e dentários após expansão rápida da maxila dento-suportada e dento-ósseo suportada em pacientes pós-surto de crescimento puberal: estudo feito a partir de medidas angulares**

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora, ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Ortodontia.

Aprovada em 02 de maio de 2023.

Orientador: Prof. Dr. Jonas Capelli Júnior  
Faculdade de Odontologia - UERJ

Banca Examinadora: \_\_\_\_\_

Prof.<sup>a</sup> Dra. Cristiane Canavarro Rodrigues Martins  
Faculdade de Odontologia - UERJ

\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dra. Flavia Raposo Gebara Artese  
Faculdade de Odontologia - UERJ

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Augusto Mendes Miguel  
Faculdade de Odontologia - UERJ

\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dra. Cláudia Trindade Mattos  
Universidade Federal Fluminense

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Lincoln Issamu Nojima  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro

2023

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu grande amigo de faculdade Wagner Gomes da Silva (in memoriam), cuja inteligência, determinação e humildade sempre foram motivos de exemplo e admiração. Amigo das horas de lazer e também das horas de compartilhar esse carrossel de emoções que é cursar um Doutorado. Obrigada por incentivar cada passo nesta minha trajetória. Obrigada por ter cruzado e marcado a minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Cláudia e João Carlos, por serem a base de tudo que conquistei até hoje. Que sorte a minha ter vocês. Obrigada por todo incentivo, suporte e amor. Vocês são meus melhores exemplos de vida.

Ao meu irmão João Marcos, pelo companheirismo e por vibrar, com muita alegria, a cada conquista que realizo.

À minha avó Silvina e ao meu avô Artur (in memoriam), por todo carinho que sempre tiveram por mim e por torcerem e rezarem pelo meu sucesso.

Ao meu marido Lucio Menezes, por todo amor, cuidado, incentivo e compreensão neste período. Com você ao meu lado, a vida fica mais leve, alegre e gostosa de ser vivida. Orgulho e amor pelo que estamos construindo um ao lado do outro.

Ao meu filho, Carlos Eduardo, pela gestação tranquila e por me ensinar, a cada dia, um amor diferente do que eu conhecia até aqui.

Aos demais membros da família e amigos, pela torcida e compreensão nos momentos em que estive ausente.

Ao professor e orientador Jonas Capelli Júnior, pela oportunidade de, mais uma vez, receber sua orientação. Agradeço pelo incentivo a cada etapa concluída e também por me ensinar que “não podemos esperar mais do que aquilo pode nos dar” – carregue seus ensinamentos tanto no âmbito profissional como no pessoal. Obrigada pelo tempo e esforços dispensados para conclusão deste trabalho, e por me acompanhar desde os tempos de iniciação científica na graduação até a conclusão do doutorado. Aprendi e amadureci muito nesses anos de convivência com o senhor.

À Dra Giselle Naback por ter colaborado com a pesquisa e por todo apoio durante a mesma.

À colega de profissão Thaís Pimentel pelo apoio nas primeiras cirurgias da pesquisa e pela amizade ao longo destes anos.

Ao professor Ronir Raggio Luiz, pela ajuda com a análise estatística e por sempre receber os alunos com boa vontade e paciência para ensinar.

Aos pacientes que compuseram a amostra desta pesquisa e seus responsáveis por confiarem neste trabalho e na minha pessoa. Graças a vocês, aprendi um pouco mais de Ortodontia e me tornei uma profissional melhor.

Às empresas PecLab, Clínica Radiológica Data-X e Laboratório Kika Ortodontia pela colaboração e parceria para realização desta pesquisa.

À professora Cristiane Canavarro Rodrigues Martins, pelos anos de aprendizado que tive ao seu lado nas clínicas de especialização e graduação, assim como pela grande contribuição que dará a este trabalho. Obrigada por todos ensinamentos ao longo desses anos, desde a apostila para que eu pudesse estudar para prova de especialização, até o mais atual, em que me disse “seu tempo já não é mais só seu, já não te pertence mais”. Você tem razão.

À professora Flavia Raposo Gebara Artese, por ser uma grande inspiração e exemplo não só profissional, mas também pela pessoa maravilhosa que é. Agradeço pela amizade, conselhos, apoio, ensinamentos e pela vontade de tornar seus alunos pessoas cada vez melhores. A ilustre presença na minha banca da nossa “diva”, uma das maiores ortodontistas mundiais, é motivo de grande alegria e honra.

Ao professor José Augusto Mendes Miguel, pelos ensinamentos e amizade construída ao longo do curso. Obrigada por ser este exemplo de profissional competente, tanto na esfera clínica como acadêmica, e também por permitir ser o “professor Zé” nas horas não tão formais. Obrigada por fazer parte da banca examinadora; tenho certeza que sua participação será de grande contribuição para esse trabalho.

À professora Cláudia Trindade Mattos, pela curta, porém proveitosa oportunidade que tive de aprender ao seu lado no breve período em que estive como professora na UERJ, assim como por ser um exemplo de profissional e pesquisadora competente, humilde, serena e carinhosa. Aprendi em todas as suas aulas que tive a oportunidade de presenciar e, ter sua presença na minha banca, é motivo de grande alegria.

Ao professor Lincoln Issamu Nojima, por ser o precursor da técnica MARPE na minha vida ortodôntica. Com o senhor, aprendi grande parte do que sei sobre o assunto. Agradeço por gentilmente ter se prontificado a instalar o primeiro expansor dento-ósseo suportado comigo – foi fundamental para realização desta tese. Tenho grande admiração pelo professor que o senhor é e, por isso, é uma honra tê-lo em minha banca examinadora.

Aos professores Felipe de Assis Ribeiro Carvalho e Amanda Cunha Regal de Castro pela avaliação e grande contribuição que proporcionaram durante o exame de qualificação deste trabalho.

À professora Rhita Cristina Cunha Almeida, pela cuidadosa avaliação prévia deste trabalho e por estar sempre disposta a ajudar seus alunos.

Aos professores Felipe de Assis Ribeiro Carvalho, Rhita Cristina Cunha Almeida e Alexandre Trindade Simões da Motta por prontamente terem aceitado fazer parte da banca suplente desta defesa.

Aos demais professores de Ortodontia da UERJ, assim como aos demais professores de Odontologia que participam do curso de Doutorado, pelos ensinamentos e dedicação dispensados aos alunos.

Aos amigos do Doutorado, Arthur Cunha, Bruno Moreira, Caroline Pelagio, Gustavo Sevillano, Isabella Holz, Livia Nunes, Luísa Schubach, Mariana Sobral e Sergio Caetano, por tudo o que vivemos nesses longos anos de aventura, incluindo um período de pandemia. O companheirismo e a amizade de vocês foram fundamentais. Um agradecimento especial ao amigo David Alencar pela ajuda na metodologia deste trabalho e por tantas outras ajudas quando o assunto era tecnologia.

Aos amigos das turmas de Mestrado e Especialização com quem tive o prazer de conviver ao longo deste período por todo apoio e colaboração, e também pelos momentos de descontração.

Às funcionárias Fernanda Galvão e Isabel Santos, e demais funcionários, em especial aos da secretaria de pós-graduação, pela ótima convivência e pelo auxílio no funcionamento do curso.

Aos alunos de graduação, que me permitiram experimentar o cargo de professora, ensinando e aprendendo ao mesmo tempo com vocês.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelas bolsas de estudos concedidas.

À UERJ, por ao longo destes 15 anos ter me ensinado grande parte do que sei sobre Odontologia e Ortodontia. Nesta instituição fiz amigos para vida toda, conheci pessoas e profissionais incríveis e vivenciei momentos que ficarão guardados com muito carinho dentro de mim.

E por fim a Deus, que sempre ilumina e abençoa meu caminho.



## RESUMO

FERNANDES, Luciana Quintanilha Pires. *Comparação dos efeitos esqueléticos, alveolares e dentários após expansão rápida da maxila dento-suportada e dento-ósseo suportada em pacientes pós-surto de crescimento puberal: estudo feito a partir de medidas angulares*. 2023. 126f. Tese (Doutorado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

A expansão rápida da maxila (ERM) é um procedimento auxiliar do tratamento ortodôntico que visa o aumento no sentido transversal da maxila, proporcionando também um movimento de rotação do complexo zigomático-maxilar. O objetivo deste estudo é avaliar os efeitos na base óssea, no processo alveolar da maxila e nos primeiros molares superiores, através de medidas angulares, após ERM com expansor dento-suportado do tipo hyrax e com expansor dento-ósseo suportado (técnica MARPE), e identificar o fulcro de rotação após tratamento com as duas técnicas. Para isto, foram selecionados 31 pacientes (grupo HYRAX: n = 17, média de idade de  $14,7 \pm 0,8$  anos; grupo MARPE: n = 14, média de idade de  $16,2 \pm 2$  anos) com indicação de ERM, submetidos a tomografia computadorizada de feixe cônico em três tempos: antes da ERM (T1), após ERM (T2) e após seis meses de contenção (T3). As tomografias foram orientadas e sobrepostas na base do crânio utilizando o *software* Dolphin Imaging, para que as medidas de interesse fossem realizadas pelo mesmo examinador de forma aleatória. Todo processo de manipulação e mensuração das tomografias foi feito em seis pacientes, com intervalo de 15 dias, para avaliar o erro de método. Para análise estatística, foi utilizado o *software* Jamovi versão 2.3.21. O Índice de Correlação Intraclasse (ICC) foi maior do que 0,90 para todas as medidas, demonstrando uma replicabilidade excelente do método. No grupo HYRAX, o fulcro de rotação foi localizado na altura da sutura frontozigomática (SFZ) ou abaixo desta, enquanto no grupo MARPE o fulcro foi localizado na altura da SFZ ou acima desta. No grupo HYRAX, observou-se que 47% ( $1,54^\circ$ ) da resposta obtida foi de origem dentária, 20% ( $0,68^\circ$ ) de origem alveolar e 33% ( $1,09^\circ$ ) de origem esquelética, enquanto no grupo MARPE a resposta esquelética foi de 70% ( $2^\circ$ ), a resposta alveolar foi de 18% ( $0,52^\circ$ ) e a resposta dentária foi de 12% ( $0,34^\circ$ ), havendo diferença estatisticamente significativa entre os grupos nas regiões esquelética ( $p = 0,005$ ) e dentária ( $p < 0,001$ ). Em relação à fase de contenção, o grupo HYRAX apresentou recidiva de 50% na região esquelética, 53% na região alveolar e 32% na região dentária, enquanto o grupo MARPE apresentou recidiva de 41% na região esquelética, 27% na região alveolar e 28% na região dentária, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Como conclusão, apesar de ambas as técnicas terem sido eficientes na correção da deficiência transversal inicial, sem diferença em relação à estabilidade dos resultados, a diferença encontrada entre os grupos sugere que a expansão dento-óssea suportada (técnica MARPE) deve ser indicada para casos limítrofes, em que se deseja o mínimo de movimentação dentária compensatória.

Palavras-chaves: Má oclusão. Técnica de expansão palatina. Procedimentos de ancoragem ortodôntica.

## ABSTRACT

FERNANDES, Luciana Quintanilha Pires. *Comparison of skeletal, alveolar and dental effects after conventional rapid palatal expansion and miniscrew-assisted rapid palatal expansion (MARPE) in post-pubertal growth spurt patients: study based on angular measurements.* 2023. 126f. Tese (Doutorado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Rapid palatal expansion (RPE) is an auxiliary procedure in orthodontic treatment that aims to increase the transverse maxillary dimension, also providing a rotational movement of zygomaticomaxillary complex. The objective of this study is to evaluate the effects on maxillary base bone, on alveolar process of the maxilla and on upper first molars, through angular measurements, after conventional RPE with hyrax expander and with miniscrew-assisted rapid palatal expansion (MARPE), and identify the fulcrum of rotation after treatment with both techniques. For this purpose, 31 patients were selected (HYRAX group:  $n = 17$ , mean age  $14.7 \pm 0.8$  years; MARPE group:  $n = 14$ , mean age  $16.2 \pm 2$  years) with indication for RPE. Cone-beam computed tomography (CBCT) images were taken before treatment (T1), immediately after expansion (T2), and after a 6-month retention period (T3). The CBCT images were oriented and superimposed on the anterior cranial base using Dolphin Imaging software, so that the measurements of interest were randomly performed by the same examiner. The whole process of manipulating and measuring the CBCT images was performed twice in six patients, with an interval of 15 days, to assess method error. For statistical analysis, Jamovi software version 2.3.21 was used. The Intraclass Correlation Coefficient (ICC) was greater than 0.90 for all measures, demonstrating excellent replicability of the method. In the HYRAX group, the fulcrum of rotation was located at or below the frontozygomatic suture (FZS), while in the MARPE group the fulcrum was located at or above the FZS. In the HYRAX group, it was observed that 47% ( $1.54^\circ$ ) of the response obtained was of dental origin, 20% ( $0.68^\circ$ ) of alveolar origin and 33% ( $1.09^\circ$ ) of skeletal origin, while in the MARPE group the skeletal response was 70% ( $2^\circ$ ), alveolar response was 18% ( $0.52^\circ$ ) and dental response was 12% ( $0.34^\circ$ ), with a statistically significant difference between groups in the skeletal ( $p = 0.005$ ) and dental ( $p < 0.001$ ) regions. Regarding the retention phase, the HYRAX group had a relapse of 50% in skeletal region, 53% in alveolar region and 32% in dental region, while the MARPE group had a relapse of 41% in skeletal region, 27% in alveolar region and 28% in dental region, with no statistically significant difference between groups. In conclusion, although both techniques were efficient in correcting the initial transverse deficiency, with no difference regarding the stability of the results, the difference found between groups suggests that miniscrew-assisted rapid palatal expansion (MARPE) should be indicated for borderline cases, where minimum compensatory tooth movement is desired.

Keywords: Malocclusion. Palatal expansion technique. Orthodontic anchorage procedures.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Figura 1 – | Modelo do expansor utilizado no grupo MARPE.....  | 48 |
| Figura 2 – | Modelo do expansor utilizado no grupo HYRAX.....  | 49 |
| Figura 3 – | Orientação do crânio na tomografia T1.....  | 51 |
| Figura 4 – | Sobreposição de duas tomografias pela base do crânio.....                                   | 51 |
| Figura 5 – | Localização das três áreas de interesse para o corte coronal.....                           | 52 |
| Figura 6 – | Localização do fulcro de rotação e das DIF e DIFM.....                                      | 53 |
| Figura 7 – | Localização dos ângulos de avaliação.....   | 54 |
| Figura 8 – | Altura do fulcro de rotação provocado pela ERM em ambos os grupos....                       | 58 |
| Figura 9 – | Diagrama com o total de expansão e o grau de recidiva por região em<br>ambos os grupos..... | 60 |

## LISTA DE TABELAS

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Tabela 1 –  | Dados descritivos da amostra.....   | 56 |
| Tabela 2 –  | Altura do fulcro de rotação provocado pela ERM em ambos os grupos....   | 57 |
| Tabela 3 –  | Resposta esquelética, alveolar e dentária após ERM (T2 – T1) em ambos os grupos.....                                    | 59 |
| Tabela 4 –  | Recidiva da resposta esquelética, alveolar e dentária após fase de contenção (T3 – T2) em ambos os grupos.....          | 59 |
| Tabela 5 –  | Avaliação da resposta à ERM (T2 – T1) nas três regiões de interesse no grupo HYRAX.....                                 | 60 |
| Tabela 6 –  | Avaliação da recidiva após fase de contenção (T3 – T2) nas três regiões de interesse no grupo HYRAX.....                | 61 |
| Tabela 7 –  | Avaliação da resposta à ERM (T2 – T1) nas três regiões de interesse no grupo MARPE.....                                 | 61 |
| Tabela 8 –  | Avaliação da recidiva após fase de contenção (T3 – T2) nas três regiões de interesse no grupo MARPE.....                | 61 |
| Tabela 9 –  | Comparação de ambos os grupos em relação à resposta à ERM (T2 – T1) nas três regiões de interesse.....                  | 62 |
| Tabela 10 – | Comparação de ambos os grupos em relação à recidiva após fase de contenção (T3 – T2) nas três regiões de interesse..... | 62 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|       |   |
|-------|---|
| AFA   | Ângulo frontoalveolar                                 |
| AFAd  | Ângulo frontoalveolar direito                         |
| AFAe  | Ângulo frontoalveolar esquerdo                        |
| AFD   | Ângulo frontodentário                                 |
| AFDd  | Ângulo frontodentário direito                         |
| AFDe  | Ângulo frontodentário esquerdo                        |
| AFZ   | Ângulo frontozigomático                               |
| AFZd  | Ângulo frontozigomático direito                       |
| AFZe  | Ângulo frontozigomático esquerdo                      |
| CEP   | Comitê de ética em pesquisa                           |
| CS5   | <i>Cervical Stage 5</i>                               |
| CS6   | <i>Cervical Stage 6</i>                               |
| d     | Distância   |
| DICOM | <i>Digital Imaging and Communications in Medicine</i> |
| DIF   | Distância interfrontal                                |
| DIFM  | Distância interfrontal modificada                     |
| DP    | Desvio padrão   |
| ELM   | Expansão lenta da maxila                              |
| ERM   | Expansão rápida da maxila                             |
| FRd   | Fulcro de rotação direito                             |
| FRe   | Fulcro de rotação esquerdo                            |
| HUPE  | Hospital Universitário Pedro Ernesto                  |

|       |  |
|-------|--|
| ICC   | Índice de Correlação Intraclasse                   |
| MARPE | <i>Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expansion</i>  |
| MSE   | <i>Maxillary Skeletal Expander</i>                 |
| n     | Número   |
| p     | Probabilidade de significância                     |
| SARPE | <i>Surgically Assisted Rapid Palatal Expansion</i> |
| SFZ   | Sutura frontozigomática                            |
| SPM   | Sutura palatina mediana                            |
| T1    | Tempo de avaliação 1                               |
| T2    | Tempo de avaliação 2                               |
| T3    | Tempo de avaliação 3                               |
| UERJ  | Universidade do Estado do Rio de Janeiro           |

## LISTA DE SÍMBOLOS

|    |                  |
|----|------------------|
| =  | Igual            |
| %  | Porcento         |
| °  | Grau             |
| <  | Menor que        |
| mm | Milímetro        |
| "  | Polegadas        |
| ®  | Marca registrada |

## SUMÁRIO

|         |  |    |
|---------|--|----|
|         | <b>INTRODUÇÃO</b> .....  | 16 |
| 1       | <b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....   | 19 |
| 1.1     | <b>Deficiência transversa da maxila</b> .....  | 19 |
| 1.2     | <b>Expansão maxilar</b> .....  | 20 |
| 1.2.1   | <u>Definição</u> .....   | 20 |
| 1.2.2   | <u>Indicação</u> .....   | 21 |
| 1.2.3   | <u>Modalidades de expansão</u> .....   | 24 |
| 1.2.3.1 | Expansão ortopédica da maxila convencional.....  | 24 |
| 1.2.3.2 | Expansão maxilar realizada com auxílio de mini-implantes (MARPE).....  | 26 |
| 1.2.3.3 | Expansão rápida da maxila cirurgicamente assistida (SARPE).....  | 30 |
| 1.2.3.4 | Protocolos de ativação.....  | 31 |
| 1.2.4   | <u>Momento adequado</u> .....  | 32 |
| 1.2.5   | <u>Efeitos adversos e limitações</u> .....   | 36 |
| 1.2.6   | <u>Estabilidade</u> .....  | 38 |
| 1.3     | <b>Expansão dento-suportada x Expansão com a técnica MARPE</b> .....   | 39 |
| 2       | <b>PROPOSIÇÃO</b> .....  | 46 |
| 3       | <b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....  | 47 |
| 3.1     | <b>Aspectos éticos</b> .....   | 47 |
| 3.2     | <b>Seleção da amostra</b> .....  | 47 |
| 3.3     | <b>Procedimentos clínicos da ERM</b> .....   | 48 |
| 3.4     | <b>Coleta de dados</b> .....   | 49 |
| 3.4.1   | <u>Mensuração dos efeitos na base óssea da maxila, no processo alveolar da maxila e nos primeiros molares permanentes superiores</u> ..... | 50 |
| 3.5     | <b>Análise estatística</b> .....   | 55 |
| 4       | <b>RESULTADOS</b> .....  | 56 |
| 5       | <b>DISCUSSÃO</b> .....   | 63 |
|         | <b>CONCLUSÃO</b> .....   | 70 |
|         | <b>REFERÊNCIAS</b> .....   | 71 |
|         | <b>APÊNDICE A – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido</b> .....  | 81 |
|         | <b>APÊNCIDE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido</b> .....   | 82 |



|  |     |
|--|-----|
| <b>APÊNDICE C</b> – Artigo da tese proposto.....                     | 83  |
| <b>ANEXO A</b> – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa.....       | 108 |
| <b>ANEXO B</b> – Artigo publicado com a metodologia da pesquisa..... | 112 |

## INTRODUÇÃO

A expansão rápida da maxila (ERM) é uma alternativa de tratamento ortodôntico que visa o aumento no sentido transversal da maxila, através da separação da sutura palatina mediana (SPM) (LIU; XU; ZOU, 2015). É indicada para correção da mordida cruzada posterior uni ou bilateral, aumento do perímetro do arco para dissolver apinhamento dentário suave a moderado e correção da atresia maxilar (BUSCHANG, 2006; GORGULU et al., 2011; MCNAMARA, 2006). A ERM pode ser realizada de forma ortopédica, com aparelhos expansores que se apoiam nos dentes permanentes ou decíduos dos pacientes, promovendo a abertura da SPM e de outras suturas maxilares (WOLLER et al., 2014), o aumento da cavidade nasal (ALMUZIAN et al., 2018), aumento da altura facial anterior e posterior (SMITH et al., 2012), aumento da distância intermolares e intercaninos superiores (LAGRAVERE; MAJOR; FLORES-MIR, 2005b), expansão espontânea do arco inferior (CANAN; SENISIK, 2017) e criação de diastema transitório entre os incisivos centrais superiores (BALLANTI et al., 2010). Alguns efeitos adversos já foram relatados na literatura após ERM com estes aparelhos dento-suportados, como inclinação no sentido vestibular dos dentes superiores posteriores (ALTIERI; CASSETTA, 2022; CANAN; SENESIK, 2017; CELENK-KOCA et al., 2018; CHANE-FANE; DARQUÉ, 2015; GORGULU et al., 2011; JIA et al., 2021; LAGRAVERE et al., 2010; LIN et al., 2015; MOSLEH et al., 2015; RINALDI et al., 2018; WOLLER et al., 2014), reabsorção radicular (RINALDI et al., 2018), diminuição da espessura do osso vestibular (ALTIERI; CASSETTA, 2022; CELENK-KOCA et al., 2018; JIA et al., 2021; LIM et al., 2017; MEHTA et al., 2022; NGAN et al., 2018; PARK et al., 2017; RINALDI et al., 2018; TOKLU; GERMEC-CAKAN; TOZLU, 2015), fenestrações e deiscências ósseas (RINALDI et al., 2018).

O momento apropriado para ERM é um tópico bastante discutido, pois deseja-se tratar o paciente no período em que os efeitos esqueléticos sejam maiores do que os efeitos dentoalveolares adversos. Diversos estudos já tentaram estabelecer se haveria uma relação entre o sucesso da ERM com a idade do paciente (BISHARA et al., 1997; CANTARELLA et al., 2017; GRUNHEID; LARSON; LARSON, 2017; JIA et al., 2022; KNAUP; YILDIZHAN; WEHRBEIN, 2004; KORBMACHER et al., 2007; PERSSON; THILANDER, 1997; SHIN et al., 2019), a fase de crescimento e estágios de maturação óssea (BACCETTI et al., 2001; GORDON et al., 2009; GRUNHEID; LARSON;

LARSON, 2017; PERINETTI et al., 2020), o grau de maturação e densidade da SPM (ANGELIERI et al., 2015; GRUNHEID; LARSON; LARSON, 2017; KNAUP; YILDIZHAN; WEHRBEIN, 2004; KORBMACHER et al., 2007; PERSSON; THILANDER, 1997; SAYAR; KILINÇ, 2019; SHIN et al., 2019) e a morfologia do palato (LI et al., 2020; SHIN et al., 2019), porém não há um consenso na literatura. Em geral, quanto mais tardiamente for realizada a ERM, maiores as chances de ocorrerem efeitos indesejáveis.

Com intuito de minimizar os efeitos dentoalveolares, aumentar ainda mais o perímetro do arco, preservar a anatomia e saúde dos tecidos periodontais e aumentar a estabilidade da expansão (GARIB et al., 2007), a técnica de expansão maxilar apoiada em mini-implantes (MARPE – *Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expansion*) foi desenvolvida (LAGRAVERE et al., 2010; LEE et al., 2010). Já foram descritos expansores apoiados apenas no osso palatino através dos mini-implantes, assim como expansores híbridos, também chamados de expansores dento-ósseo suportados, cujo apoio é no palato e nos dentes (CANAN; SENISIK, 2017). Em geral, estudos que compararam esta técnica com a ortopédica convencional encontraram maior expansão da maxila nos pacientes que utilizaram ancoragem esquelética (ALTIERI; CASSETTA, 2022; CELENK-KOCA et al., 2018; JIA et al., 2021; LIN et al., 2015; MOSLEH et al., 2015), assim como maior aumento da cavidade nasal (ALTIERI; CASSETTA, 2022; CELENK-KOCA et al., 2018), menor aumento da distância entre pré-molares (CHANEFANE; DARQUÉ, 2015; LAGRAVERE et al., 2010) e pequeno avanço sagital da maxila (HOURFAR et al., 2016). Entretanto, por utilizarem aparelhos e protocolos de ativação diferentes, assim como metodologias diferentes de medição dos pontos de interesse, por vezes os resultados encontrados na literatura são controversos.

Cantarella et al. (2018a) avaliaram 15 pacientes tratados com MARPE e relataram que o complexo zigomático-maxilar se desloca lateralmente com o centro de rotação próximo à sutura frontozigomática em ambos os lados. Baseado nisto, Paredes et al. (2020) propuseram um novo método de medição dos efeitos dentoalveolares e esqueléticos após ERM, utilizando medidas angulares a partir do fulcro de rotação previamente definido. Segundo os autores, considerando que a ERM provoca este movimento de rotação, qualquer medida que vise quantificar as alterações esqueléticas e dentoalveolares deve ser feita a partir de ângulos formados com o vértice neste centro de rotação. Medidas lineares ou medidas angulares que não utilizem este fulcro de rotação do complexo zigomático-maxilar como referência podem resultar em valores não

confiáveis. Além disso, os autores pontuaram que cada aparelho expensor apresenta um fulcro de rotação diferente, que deve ser previamente identificado, para que os resultados da ERM sejam mensurados. Portanto, novas pesquisas que busquem elucidar o verdadeiro fulcro de rotação causado por diferentes aparelhos expansores maxilares, para que se tenha maior clareza dos reais efeitos esqueléticos e dentoalveolares causados pelos mesmos, estão indicados.

## 1 REVISÃO DE LITERATURA

### 1.1 Deficiência transversa da maxila

A deficiência transversa da maxila é caracterizada por uma atresia maxilar, que pode resultar em comprometimento funcional e estético, podendo causar mordida cruzada posterior uni ou bilateral, falta de espaço com apinhamento dentário e corredor bucal exagerado. É uma condição clínica encontrada em diversas más oclusões, como nos casos de retrusão mandibular em pacientes Classe II de Angle (MCNAMARA, 2006), mordida aberta anterior (ARTESE et al., 2011) e deficiência maxilar no sentido sagital em pacientes Classe III de Angle (NGAN; MOON, 2015). Além disso, pode estar associada à disfunção da articulação temporomandibular, deficiências respiratórias, presença de hábito deletério como sucção digital, e induzir a um crescimento facial assimétrico (BISHARA; STALEY, 1987; KUTIN; HAWES, 1969; MCNAMARA et al., 2015).

Quando associada à atresia maxilar, a mordida cruzada posterior é estabelecida quando a cúspide vestibular dos dentes posteriores superiores ocluem em uma posição mais palatina do que a cúspide vestibular dos dentes posteriores inferiores, podendo ocorrer em um ou em ambos os lados da arcada (UGOLINI et al., 2021). Sua prevalência na dentição decídua e mista varia de 7% a 23% (KUTIN; HAWES, 1969; KUROL; BERGLIND, 1992), enquanto na dentição permanente é de 7%, evidenciando uma tendência a diminuição de casos devido à possibilidade de tratamento desta má oclusão em idades mais precoces (LOMBARDO et al., 2020). Pode ser classificada em: 1. esquelética, quando as bases ósseas maxilar e mandibular também apresentam uma discrepância transversa; 2. dentária, quando não há envolvimento das bases ósseas e apenas os dentes apresentam inclinações inadequadas que levam à mordida cruzada; 3. dento-esquelética, quando há uma combinação das duas situações descritas; e 4. funcional, quando há uma interferência oclusal entre dois ou mais dentes quando o paciente oclui, fazendo com que a mandíbula deslize para uma posição mais confortável, gerando a mordida cruzada posterior (BISHARA; STALEY, 1987). A maioria dos casos de mordida cruzada posterior na dentição decídua persiste quando os dentes permanentes erupcionam, entretanto em alguns poucos casos é possível observar uma autocorreção

desta má oclusão na troca de dentição (THILANDER; WAHLUND; LENNARTSSON, 1984).

Além dos problemas relacionados à má oclusão, problemas nos tecidos de suporte dentário também podem ocorrer. Choi et al. (2020) avaliaram uma amostra de 56 pacientes, sendo 28 portadores de mordida cruzada posterior e 28 sem esta má oclusão, e observaram uma prevalência de 61,6% e 52,1% de defeitos ósseos no grupo com mordida cruzada e no grupo controle, respectivamente. Da mesma forma, observaram que o grupo de estudo apresentou mais deiscências ósseas, com uma prevalência de 41,2%, enquanto o grupo controle apresentou uma prevalência de 33,3% para este defeito ósseo.

Nos casos de mordida cruzada posterior funcional, um ajuste oclusal removendo a interferência oclusal pode ser o suficiente para correção da mordida cruzada. Entretanto, nos demais casos de mordida cruzada e nos casos de deficiência maxilar transversa associada a outras más oclusões, o tratamento ortodôntico com expansão da maxila pode estar indicado.

## 1.2 Expansão maxilar

### 1.2.1 Definição

Angell, em 1860, foi o primeiro a descrever a técnica de expansão maxilar, que consiste em uma alternativa de tratamento ortodôntico que visa o aumento no sentido transversal da maxila, através da separação da sutura palatina mediana (SPM). O autor apresentou um caso de uma adolescente de 14 anos, tratada com um aparelho composto por um parafuso localizado no palato, cujas extremidades se apoiavam nos pré-molares de ambos os lados. A paciente foi instruída a rodar o parafuso duas vezes ao dia e, ao final de duas semanas, o autor relatou que a maxila estava tão aumentada no sentido transversal que foi possível observar um diastema entre os incisivos centrais, o que o permitiu concluir que houve uma separação do osso maxilar com uso do aparelho (ANGELL, 1860). Esta técnica se popularizou 100 anos depois, através dos achados de Haas em um estudo com animais e uma série de relato de casos comprovando os achados de Angell (HAAS, 1961).

A alteração na morfologia da maxila em resposta ao aparelho expansor é possível devido às características suturais presentes no crânio. As suturas sofrem um processo de

remodelação, através de aposição e reabsorção de tecido, que são necessárias para a preservação da forma e dimensões dos ossos durante o crescimento. A aplicação de forças mecânicas controladas resultará em mudanças neste processo de remodelação, afetando, assim, o crescimento craniofacial. Com o avançar do processo de maturação, as suturas são normalmente obliteradas por tecido calcificado (PERSSON; THILANDER, 1977). O processo de ossificação da SPM começa com espículas ósseas nas margens da sutura junto com áreas de tecido acelular e tecido calcificado no meio da fenda sutural. Estas espículas vão aumentando em quantidade com a maturação formando áreas recortadas que estão próximas umas das outras, porém separadas por tecido conjuntivo, fazendo com que a interdigitação aumente. Posteriormente, a fusão ocorre com progressão da ossificação ocorrendo de posterior para anterior, com reabsorção do osso cortical nas extremidades suturais e formação de osso esponjoso (COHEN, 1993; KNAUP; YILDIZHAN; WEHRBEIN, 2004; KORBMACHER et al., 2007; MELSEN, 1975; PERSSON; MAGNUSSON; THILANDER, 1978; PERSSON; THILANDER, 1977; SUN; LEE; HERRING, 2004; WEHRBEIN; YILDIZHAN, 2001).

### 1.2.2 Indicação

Considerando os aspectos morfológicos das suturas do crânio que permitem alterar a dimensão da maxila, o tratamento ortodôntico com expansão maxilar está indicado para diversas condições clínicas. Dependendo da má oclusão, apenas a expansão maxilar é o suficiente para correção do problema ou, como na maioria dos casos, é um recurso auxiliar no planejamento ortodôntico para se atingir uma oclusão ideal.

Uma das principais indicações para expansão maxilar é para correção da mordida cruzada posterior uni ou bilateral (MCNAMARA, 2006). Através do aumento no sentido transversal da maxila, os dentes superiores posteriores são deslocados para vestibular, corrigindo assim a mordida cruzada posterior. Já foi relatado na literatura aumento na distância entre molares e pré-molares superiores de 4,2mm e 4,5mm, respectivamente, quando aparelho expensor dento-suportado foi utilizado e, quando um aparelho ósseo-suportado foi utilizado, estas medidas foram de 4,5mm e 5,1mm, respectivamente (CELEK-KOCA et al., 2018). Berger et al. (1998) compararam o aumento da distância entre caninos e molares superiores em um grupo tratado com expansão ortopédica convencional e outro tratado com expansão cirurgicamente assistida, e encontraram

aumentos de 4,22mm e 4,84mm na região de caninos, respectivamente, e aumentos de 4,69mm e 5,78mm na região de molares, respectivamente.

O aumento da distância transversal entre os dentes superiores proporcionado pela expansão maxilar provoca o aumento do perímetro do arco. Assim, em casos de apinhamento dentário suave a moderado, em que se deseja obter espaços para o adequado alinhamento e nivelamento dos dentes, a expansão maxilar pode estar indicada. Portanto, esta modalidade de tratamento é mais uma das formas de obtenção de espaços além dos tratamentos com extrações dentárias e desgastes dentários interproximais (BUSCHANG, 2006; MCNAMARA, 2006).

Apesar de não ser uma indicação direta para o tratamento da Classe II de Angle, a expansão maxilar pode auxiliar na correção desta má oclusão em casos de retrusão mandibular (BARATIERI et al., 2014). Em uma pesquisa realizada com 574 pacientes submetidos à ERM e 136 pacientes não tratados (grupo controle), com média de idade de 8 anos, foi possível observar que a relação molar no grupo não tratado permaneceu a mesma em 48% dos pacientes, melhorou em 41% e piorou em 11% dos pacientes. Já no grupo tratado que apresentava uma relação de molar de Classe II, 35% dos casos não tiveram alteração nesta relação, enquanto 63% melhoraram e apenas 2% dos casos tiveram uma piora da relação de molar no período de contenção da expansão maxilar. Em termos quantitativos, observou-se que nos pacientes Classe II que não foram tratados, houve uma melhora de 0,6mm a 0,7mm na relação de molar, enquanto nos pacientes Classe II que foram tratados esta melhora foi de 1mm a 1,8mm. Assim, parece que apenas o tratamento com expansão maxilar permite um pequeno avanço mandibular (MCNAMARA, 2006).

Além do ganho no sentido transversal da maxila, a expansão maxilar permite um deslocamento para frente e para baixo da maxila, fazendo com que a mandíbula rotacione para baixo e para trás, o que pode contribuir para o tratamento dos pacientes Classe III de Angle (HAAS, 1970; HOURFAR et al., 2016). Além disso, a força gerada pela expansão maxilar provoca a desarticulação de outras suturas da face, além da SPM, favorecendo o avanço sagital da maxila quando associada à protração maxilar (MAINO et al., 2018; BACCETTI; FRANCHI; MCNAMARA, 2000; CARLSON et al., 2016; NGAN; MOON, 2015).

Em casos de mordida aberta anterior causada por uma posição baixa da língua em repouso, o equilíbrio entre a força exercida pela língua e músculos faciais é perdido pela ausência do contato da língua no palato (ARTESE et al., 2011). Assim, a força



exercida pelos músculos faciais acaba por gerar uma pressão que pode resultar em atresia maxilar e, conseqüentemente, em mordida cruzada posterior. Nestes casos, a expansão maxilar não só corrige esta deficiência transversa, como também é capaz de mudar a posição da língua para uma posição mais elevada, contribuindo para correção da mordida aberta anterior (OZBEK et al., 2009).

Pesquisas que avaliaram os efeitos da expansão maxilar na cavidade nasal e função respiratória observaram que houve um aumento da área e volume da cavidade nasal quando os pacientes foram avaliados por rinometria acústica (BICAKCI et al., 2005; CAPPELLETTE JR et al., 2006), assim como aumento do volume do fluxo de ar e da saturação do oxigênio, melhora nos índices de apneia e diminuição da resistência aérea nasal quando avaliados por tomografia computadorizada, polissonografia e rinomanometria (BAZARGANI; MAGNUSON; LUDWIG, 2018; BRUNETTO et al., 2022; CAPRIOGLIO et al., 2014; MCNAMARA et al., 2015; VILLA et al., 2011). Resultados semelhantes foram encontrados por pesquisadores que, através de questionário padronizado, observaram uma melhora na qualidade de vida de crianças respiradoras bucais com atresia maxilar que foram tratadas com expansão da maxila (IZUKA; FERES; PIGNATARI, 2015). Apesar disso, um estudo que avaliou 24 pacientes com média de idade de 12 anos, tratados com ERM para correção da atresia maxilar, não encontrou aumento de volume na região orofaríngea após avaliação de tomografia computadorizada (ZHAO et al., 2010). Da mesma forma, uma revisão sistemática afirmou que, apesar dos relatos de aumento da cavidade nasal terem sido reportados na literatura, o ganho no volume nasal é pequeno e não deve ser apresentado ao paciente como uma indicação clínica para expansão maxilar (GORDON et al., 2009).

Além dos efeitos funcionais e oclusais, a correção da atresia maxilar através da expansão maxilar também tem efeitos estéticos. Um estudo que avaliou o sorriso máximo de 27 pacientes, através de fotografias extra-orais, após tratamento com ERM, concluiu que o tratamento beneficiou a estética do sorriso com um aumento da dimensão transversal do sorriso e da quantidade de exposição de incisivos centrais e laterais superiores (CARVALHO et al., 2012). Uma vez que quanto menor o corredor bucal no sorriso, mais atrativo este se torna, tanto em homens como em mulheres, um corredor bucal amplo deve ser incluído na lista de problemas a serem tratados no planejamento ortodôntico (MOORE et al., 2005), que pode incluir a expansão da maxila para estes casos.

### 1.2.3 Modalidades de expansão

Diferentes técnicas já foram descritas para expansão maxilar, dentre elas: 1. expansão ortopédica da maxila convencional, em que o dispositivo é apoiado nos dentes de pacientes em fase de crescimento com a SPM ainda não ossificada (HAAS, 1961); 2. expansão maxilar apoiada em mini-implantes (MARPE), que visa potencializar os efeitos ortopédicos da expansão da maxila convencional através da ancoragem esquelética (GARIB et al., 2007); e 3. expansão da maxila cirurgicamente assistida (SARPE – *Surgically Assisted Rapid Palatal Expansion*), indicada para casos de discrepância transversa severa de pacientes que já não apresentam mais crescimento e a SPM encontra-se totalmente ossificada (LAGRAVERE; MAJOR; FLORES-MIR, 2006).

Outra forma de categorizar a modalidade de expansão da maxila é em relação à sua forma de ativação. Apesar de existirem diferentes protocolos de ativação, em geral há duas formas de expansão, que dentre outras características, diferem entre si pelo número de ativações feitas em um intervalo de tempo: 1. expansão lenta da maxila (ELM); e 2. expansão rápida da maxila (ERM) (RUTILI et al., 2021).

#### 1.2.3.1 Expansão ortopédica da maxila convencional

Para expansão ortopédica da maxila convencional, também denominada de expansão dento-suportada, diversos dispositivos fixos e removíveis foram descritos, sem diferença quanto a sua eficiência (AGOSTINO et al., 2014). Em geral, esses aparelhos são colados ou cimentados através de bandas ortodônticas nos molares permanentes, pré-molares ou molares decíduos, podendo ter cobertura oclusal em acrílico ou aço nestes dentes, assim como apoio na mucosa do palato (ARAS et al., 2017; BALLANTI et al., 2010; BICAKCI et al., 2005; BIEDERMAN, 1968; CAPPELLETTE JR et al., 2006; CELENK-KOCA et al., 2018; CORDASCO et al., 2012; GORGULU et al., 2011; HAAS, 1961; OZBEK et al., 2009). Resultam em efeitos não só esqueléticos, mas também dentoalveolares.

Woller et al. (2014) avaliaram tomografias computadorizadas de 25 pacientes com média de idade de 12 anos, submetidos à ERM com aparelho tipo hyrax, e observaram que houve deslocamento estatisticamente significativo da SPM, suturas frontonasal, zigomático-maxilar e intermaxilar, assim como inclinação vestibular dos

primeiros molares superiores de, aproximadamente, 10°. Com metodologia semelhante, Ghoneima et al. (2011) também observaram deslocamento de diferentes suturas da face, dentre elas a sutura intermaxilar, internasal, maxilonasal, frontomaxilar e frontonasal, enquanto as suturas frontozigomática, zigomático-maxilar, zigomático-temporal e pterigomaxilar não apresentaram diferenças estatisticamente significativas após expansão da maxila. Estes autores relataram uma abertura da SPM de forma triangular, no sentido axial, com abertura maior na região de incisivos do que na região de molares.

Gorgulu et al. (2011) avaliaram 15 pacientes com média de idade de 13 anos, tratados com expansor composto por um acrílico como cobertura oclusal do primeiro pré-molar até segundo molar e observaram um aumento da distância entre pré-molares e molares superiores de 8 mm na região da coroa, enquanto na região apical este aumento foi de 5,28 mm e 3,48 mm, respectivamente, indicando que houve uma inclinação destes dentes para vestibular, sendo esta maior nos molares do que nos pré-molares.

Ballanti et al. (2010) avaliaram 17 pacientes com média de idade de 11 anos, tratados com expansor do tipo Haas e observaram um aumento da cavidade nasal no sentido transversal de 1,55 mm na região anterior e 1,01 mm na região posterior, abertura da SPM de forma paralela quando avaliada no plano coronal e criação de diastema transitório entre os incisivos centrais superiores. Após 6 meses de contenção, o ganho transversal da cavidade nasal ficou estável, foi possível observar uma reorganização tecidual na região da sutura e a coroa dentária dos incisivos superiores inclinaram para mesial, no sentido da linha média, enquanto as raízes ficaram mais divergentes do que as coroas.

Haralambidis et al. (2009) encontraram um aumento de volume da cavidade nasal de 11,3% em uma amostra composta por 24 pacientes. Segundo os autores, o sexo, relação esquelética de Classe I ou Classe II, assim como os diferentes estágios de crescimento não influenciaram nos resultados do tratamento. Da mesma forma, Smith et al. (2012) também encontraram aumento de volume da cavidade nasal e região nasofaríngea, assim como aumento da altura facial anterior e posterior e dos planos palatal e mandibular, em pacientes com média de idade de 12 anos tratados com expansor do tipo hyrax.

Estudos realizados com a metodologia de elementos finitos concluíram que diferentes posições do expansor do tipo hyrax, tanto no sentido vertical quanto anteroposterior, interferem na distribuição de forças para o crânio; quanto mais oclusal e anterior estiver o expansor, mais eficiente será a transferência dos efeitos mecânicos do

aparelho para as estruturas ósseas (FERNANDES et al., 2019). Além disso, foi visto que, ao simular deslocamentos transversais de 1 mm, 3 mm e 5 mm, a expansão maxilar teve efeito direto sobre o processo pterigoide, sincondrose esfeno-occipital e sela túrcica (SEVILLANO et al., 2021).

Uma revisão sistemática avaliou o efeito da expansão maxilar na SPM e, após analisar 12 artigos, relatou que após expansão a SPM parece estar recalificada, o que confere estabilidade para este ganho transversal e não houve um consenso se o padrão de abertura da SPM foi paralelo ou triangular. Os autores concluem afirmando que os artigos selecionados apresentaram baixa qualidade e, portanto, os resultados desta revisão não foram conclusivos (LIU; XU; ZOU, 2015).

Para avaliar os efeitos esqueléticos e dentoalveolares da expansão, um grupo de pesquisadores realizou duas revisões sistemáticas, em que concluíram que o aumento transversal da maxila corresponde a 25% do ganho transversal dentário em pacientes tratados pós-surto de crescimento, a expansão maxilar parece não produzir efeitos clinicamente relevantes nos sentidos anteroposterior e vertical na maxila e na mandíbula, a expansão a nível de molares e caninos superiores é semelhante em pacientes adolescentes e adultos jovens, enquanto que no arco inferior a expansão indireta destes dentes é menor em adultos jovens, há um ganho significativo no perímetro dos arcos superior e inferior em adolescentes e alterações dentárias anteroposteriores não foram detectadas (LAGRAVERE; MAJOR; FLORES-MIR, 2005a; LAGRAVERE; MAJOR; FLORES-MIR, 2005b).

### 1.2.3.2 Expansão maxilar realizada com auxílio de mini-implantes (MARPE)

A técnica MARPE visa minimizar os efeitos dentoalveolares, com intuito de aumentar ainda mais o perímetro do arco, preservar a anatomia e saúde dos tecidos periodontais e aumentar a estabilidade da expansão (GARIB et al., 2007). Já foram descritos expansores apoiados apenas no osso palatino através dos mini-implantes (ALTIERI; CASSETTA, 2022; CANAN; SENISIK, 2017; CELENK-KOCA et al., 2018; LAGRAVERE et al., 2010; LIN et al., 2015; MEHTA et al., 2022), denominados expansores ósseo-suportados, assim como expansores híbridos ou expansores dento-ósseo suportados, cujo apoio é no osso palatino e nos dentes (CANAN; SENISIK, 2017;

CHANE-FANE; DARQUÉ, 2015; CHUN et al., 2022; FELDMANN; BAZARGANI, 2017; GARIB et al., 2007; LEE et al., 2010; MOSLEH et al., 2015). Além disso, existem expansores que utilizam 2 mini-implantes (CHANE-FANE; DARQUÉ, 2015; FELDMANN; BAZARGANI, 2017; GARIB et al., 2007; LAGRAVERE et al., 2010; MEHTA et al., 2022) ou 4 mini-implantes (ALTIERI; CASSETTA, 2022; CARLSON et al., 2016; CELENK-KOCA et al., 2018; CHUN et al., 2022; LEE et al., 2010; LIN et al., 2015; MOSLEH et al., 2015). Em geral, estes mini-implantes podem ser localizados próximo à SPM (ALTIERI; CASSETTA, 2022; CARLSON et al., 2016; CHANE-FANE; DARQUÉ, 2015; CHUN et al., 2022; FELDMANN; BAZARGANI, 2017; LEE et al., 2010) ou em uma região mais lateral do palato (ALTIERI; CASSETTA, 2022; CELENK-KOCA et al., 2018; GARIB et al., 2007; LAGRAVERE et al., 2010; LIN et al., 2015; MEHTA et al., 2022; MOSLEH et al., 2015).

Não há um consenso na literatura de quem foi o precursor da técnica. Apesar de muitos autores mencionarem que a técnica foi apresentada inicialmente por Lee et al. (2010) na Coreia do Sul e por Moon et al. (2013) nos Estados Unidos da América (KAPETANOVIC et al., 2021), outros autores já abordavam este assunto de forma semelhante. Wilmes, Nienkemper e Drescher (2010) apresentaram um expansor que se apoiava nos primeiros molares e em mini-implantes localizados na região anterior do palato, o qual denominaram de “hyrax híbrido”. De forma semelhante, porém três anos antes, Garib et al. (2007) mostraram, a partir de um experimento laboratorial em crânio seco, que a expansão com um expansor do tipo hyrax, apoiado nos primeiros molares permanentes e em dois mini-implantes de titânio localizados na região anterior do palato, foi anatômica e operacionalmente viável de ser realizada. Além destes autores, outros artigos já relataram o uso de ancoragem esquelética para realização da expansão maxilar, sendo denominado, nestes casos, de distrator palatino (GERLACH; ZAHL, 2003; MOMMAERTS, 1999; ZAHL; GERLACH, 2002).

Lee et al. (2010) apresentaram um caso clínico de um paciente de 20 anos de idade, do sexo masculino, com severa atresia maxilar, mordida cruzada bilateral e prognatismo mandibular, tratado inicialmente com expansão maxilar realizada com expansor cimentado em primeiros pré-molares e primeiros molares e apoiado em 4 mini-implantes localizados no palato, seguido de tratamento corretivo com aparelho fixo e cirurgia ortognática para correção da discrepância sagital. O caso atingiu resultados satisfatórios, com aumento da distância entre molares superiores de 8,3 mm e da distância entre caninos superiores de 2,7 mm, mínima inclinação para vestibular dos

dentes superiores posteriores, sem danos periodontais e com adequada estabilidade após 18 meses da finalização do tratamento ortodôntico-cirúrgico. Outros casos clínicos já foram descritos na literatura, mostrando que esta técnica pode ser indicada para pacientes adultos jovens com atresia maxilar e mordida cruzada posterior (BRUNETTO et al., 2017; CARLSON et al., 2016), portadores de má oclusão de Classe II e apinhamento superior moderado (CUNHA et al., 2017) e em casos de síndrome da apneia obstrutiva do sono (HUR et al., 2017).

Estudos realizados com a metodologia de elementos finitos concluíram que os mini-implantes, quando inseridos no palato adjacentes à SPM, apresentam maior estabilidade, menores deformação e fratura e promovem maior expansão e de forma paralela, quando inseridos de forma bicortical (ou seja, quando atravessam o osso palatino até a cavidade nasal) e não monocortical (LEE; MOON; HONG, 2017). O tamanho dos mini-implantes parece não alterar a distribuição do stress causado pela força da expansão e quando posicionados mais anteriormente podem provocar um giro no sentido horário da maxila (YOON; LEE; JUNG, 2019). Os diferentes modelos de expansores dento-ósseo suportados também já foram comparados e, de acordo com André et al. (2021), o modelo com pés-ajustáveis é o que apresenta melhor distribuição de forças, sendo uma ótima opção para casos de atresia maxilar severa.

Choi et al. (2016) avaliaram radiografias anteroposteriores e modelos de estudo de 69 pacientes, com média de idade de 20 anos, tratados com expansão dento-óssea suportada e observaram que em 86,96% dos casos foi detectada abertura da SPM, houve aumento transversal da maxila de 1,92 mm e da distância intermolar de 4,43 mm, sendo estas alterações estáveis a longo prazo. No plano coronal, o padrão de abertura relatado foi triangular, com maiores aumentos transversais a nível dentário e menor abertura na região nasal. De forma semelhante, Lim et al. (2017) também encontraram um padrão de abertura triangular, além de relatarem que houve inclinação vestibular dos molares e pré-molares superiores e diminuição da espessura do osso vestibular e da altura da crista óssea a nível dos pré-molares, sendo estas alterações estáveis após um ano do tratamento. Corroborando estes resultados, Park et al. (2017) avaliaram 14 pacientes, em um estudo retrospectivo com tomografias computadorizadas, e encontraram diminuição da espessura óssea vestibular de 0,6 mm a 1,1 mm, diminuição da altura da crista alveolar de 1,7 mm a 2,2 mm e inclinação vestibular de pré-molares e molares de 1,1° a 2,9°, após tratamento com o mesmo expansor.

Outro grupo de pesquisadores avaliou tomografias computadorizadas de 10

pacientes, com média de idade de 21 anos, tratados com expansor dento-ósseo suportado, e encontrou um padrão de abertura da SPM no plano axial triangular, sendo maior na região anterior (5,3 mm) e menor na região posterior (4,5 mm), assim como aumento das distâncias entre as bordas laterais da cavidade nasal de 4,16 mm, entre os pontos mais laterais do osso zigomático de 2,66 mm e entre os pontos mais laterais da sutura frontonasal de 0,5 mm. Após avaliar as alterações dentoalveolares, estes autores concluíram que o percentual de resposta à expansão nesta amostra foi 61% esquelética, 20% alveolar e 19% dentária (CLEMENT; KRISHNASWAMY, 2017). Outros achados que foram relatados em pacientes tratados com este tipo de expansor incluem um aumento de volume da cavidade nasal e da região nasofaríngea (LI et al., 2020) e um impacto deste tratamento na face, com aumento da base do nariz de 1 mm, aproximadamente, e uma tendência do nariz se deslocar para baixo e para frente (LEE et al., 2020).

Dr. Won Moon e seu grupo de pesquisadores publicaram diversos artigos sobre os efeitos do expansor dento-ósseo suportado que desenvolveram, denominado *Maxillary Skeletal Expander* (MSE), que consiste no torno expansor que deve ser localizado na altura da região mais lateral do processo zigomático, 4 mini-implantes inseridos de forma bicortical e adjacentes à SPM, e bandas cimentadas nos molares. Inicialmente, o MSE era planejado e confeccionado em modelos de gesso e radiografias cefalométricas, o que apresentava algumas limitações como a impossibilidade de identificar com clareza a localização do MSE em relação às estruturas esqueléticas da face e o risco de afetar áreas anatômicas importantes, como o septo nasal, durante a inserção dos mini-implantes. Atualmente, tomografias computadorizadas são utilizadas no fluxo digital para o planejamento da localização ideal do MSE (CANTARELLA et al., 2020).

Dentre os principais achados deste grupo de pesquisadores utilizando o MSE, estão: abertura da SPM na região anterior de 4,8 mm e na região posterior de 4,3 mm, sem diferença em relação ao sexo, em pacientes com média de idade de 17 anos (CANTARELLA et al., 2017), podendo esta abertura da SPM ser assimétrica no plano axial (ELKENAWY et al., 2020), aumento da distância intermolar de 8,3 mm, com movimento de inclinação destes dentes de 2° a 2,5°, aumento da distância interzigomática na região superior de 0,5 mm e na região inferior de 4,6 mm, com evidência de deslocamento do complexo zigomático-maxilar no plano coronal com centro de rotação localizado próximo à sutura frontozigomática (CANTARELLA et al.,

2018a), no plano axial com centro de rotação no processo zigomático do osso temporal (CANTARELLA et al., 2018b) e no plano sagital com deslocamento para frente e para baixo (SONG et al., 2019); em pacientes com média de idade de 21 anos foi possível observar, através de fotografias tridimensionais da face, alteração na região paranasal, bochechas e lábio superior de 1 a 3 mm (ABEDINI et al., 2018); e houve desarticulação da sutura pterigopalatina em 84% dos pacientes com média de idade de 18 anos que foram avaliados, sem diferença em relação ao sexo (COLAK et al., 2020).

Uma revisão sistemática e meta-análise que avaliou os efeitos da técnica MARPE em adolescentes e adultos com deficiência maxilar transversa, após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, incluiu em seu estudo oito artigos, sendo dois estudos prospectivos e 6 estudos retrospectivos. Os autores relataram que esta técnica teve alta taxa de sucesso (média de 92,5%) e resulta em significativo aumento transversal esquelético (média de 2,33 mm) e dentário (média de 6,55 mm), assim como aumento da inclinação dentária, diminuição da espessura e altura do osso alveolar vestibular e alteração de tecido mole na região nasal. O tempo de expansão com esta técnica variou de 20 a 126 dias. Na conclusão, os autores mencionaram que os resultados devem ser avaliados com cautela devido ao alto risco de viés nos estudos incluídos e que novas pesquisas estão recomendadas (KAPETANOVIC et al., 2021).

#### 1.2.3.3 Expansão rápida da maxila cirurgicamente assistida (SARPE)

Em pacientes que já passaram da fase de crescimento e a SPM encontra-se ossificada, a SARPE é indicada para correção da discrepância transversa severa entre os arcos. É uma técnica que permite maior expansão esquelética quando comparada com a ERM convencional, sendo a expansão transversa maior na região de molares (média de 5,78 mm) e menor na região de caninos (média de 4,84 mm) (BERGER et al., 1998). Naoum et al. (2019) relataram que não há perda de vitalidade pulpar dos incisivos centrais e laterais e caninos superiores após tratamento com SARPE e, em relação aos impactos faciais, Aras et al. (2017) observaram que não há impacto no perfil dos pacientes, apesar de ser observada uma diminuição da espessura do lábio superior de 0,6 mm, considerada pelos autores estatisticamente significativa, porém clinicamente irrelevante. Comumente são utilizados expansores dento-suportados nesta técnica, porém expansores ósseo-suportados podem ser usados na SARPE com objetivo de evitar a inclinação dos dentes posteriores e a reabsorção óssea nesta região (HARZER;



SCHNEIDER; GEDRANGE, 2004).

Uma revisão sistemática que avaliou os efeitos esqueléticos e dentoalveolares da SARPE, inclui 12 artigos em sua análise, e relatou que esta técnica resulta em maior expansão na região de molares do que nas regiões mais anteriores, não são encontradas alterações nos sentidos vertical e sagital, a porção nasal do complexo maxilar apresenta um aumento de dimensão que pode melhorar a patência nasal e há uma recidiva dentária de 0,5 mm a 1 mm após um ano do tratamento ortodôntico. Os autores concluem afirmando que os resultados devem ser analisados com cautela, uma vez que o nível de evidência dos trabalhos incluídos foi baixo (LAGRAVERE; MAJOR; FLORES-MIR, 2006).

#### 1.2.3.4 Protocolos de ativação

Apesar de já terem sido relatados na literatura diferentes protocolos de ativação, em geral a expansão maxilar pode ser lenta (ELM) ou rápida (ERM) dependendo da força aplicada, tipo de expensor, protocolo de ativação e duração do tratamento. A ERM é associada com sistema de forças intermitentes e pesadas, aplicadas em um curto intervalo de tempo, podendo ser utilizados aparelhos do tipo Haas ou hyrax. O protocolo de ativação normalmente consiste em uma ou duas ativações diárias, o que corresponde a 0,25 mm ou 0,5 mm, respectivamente, e tem duração entre 20 a 40 dias. Em contrapartida, a ELM normalmente utiliza um sistema de forças leves e contínuas por um período mais longo, podendo ser utilizados aparelhos do tipo Quadri-hélice, placas removíveis ou até mesmo Haas ou hyrax, porém com ritmo de ativação diferente da ERM (RUTILI et al., 2021).

Pinheiro et al. (2014) avaliaram as alterações nas distâncias transversais dentárias de 60 pacientes portadores de mordida cruzada posterior, tratados com ERM (com aparelho Haas e protocolo de ativação de 0,5 mm por dia) ou ELM (com arcos de alinhamento e nivelamento expandidos, na técnica Edgewise, associado ou não ao aparelho extra-oral de Classe II também expandido), e observaram aumento das distâncias entre primeiros pré-molares (4,44 mm e 3,79 mm, respectivamente), segundos pré-molares (3,09 mm e 1,23 mm, respectivamente) e primeiros molares superiores (2,72 mm e 1,79 mm, respectivamente), enquanto não houve alteração na distância entre caninos em ambos os grupos. A longo prazo, foi observada uma taxa de recidiva de 20% no grupo tratado com ERM e de 30% no grupo tratado com ELM. Uma revisão

sistemática e meta-análise que avaliou os efeitos esqueléticos e dentoalveolares da ERM e ELM produzidos pelo mesmo tipo de aparelho expensor (Haas ou hyrax) relatou que não houve diferença na alteração da distância intermolar superior, a ELM resultou em menor inclinação dos molares superiores e a ERM resultou em maior aumento transversal da maxila na região posterior (RUTILI et al., 2021).

Em relação ao impacto do tratamento na cavidade nasal, Lofti et al. (2018) avaliaram 40 pacientes tratados com ERM, sendo um grupo tratado com protocolo de ativação de 0,8 mm por dia e outro grupo tratado com protocolo de ativação de 0,5 mm por dia. Os autores concluíram que uma taxa de ativação mais rápida foi capaz de produzir maior aumento de volume na cavidade nasal e na região nasofaríngea. Outros estudos também utilizaram a ERM com protocolos de ativação maiores do que 0,25 mm ou 0,5 mm por dia, como Cappellette Jr et al. (2006), ao avaliarem 20 crianças respiradoras bucais tratadas com ERM com protocolo de ativação inicial de 6 a 8 ativações (1,5 mm a 2 mm, respectivamente) seguida de duas ativações diárias (0,5 mm) até que uma sobrecorreção de 3 mm fosse alcançada e Cordasco et al. (2012), ao avaliarem 8 crianças tratadas com ERM com protocolo de ativação inicial de 8 ativações (1,6 mm) seguida de três ativações diárias (0,6 mm) até que uma sobrecorreção de 2 mm fosse alcançada.

Na técnica MARPE, diferentes protocolos de ativação também já foram relatados, não havendo um consenso do que seria mais indicado. A diferença na quantidade de expansão proporcionada a cada ativação nos diferentes parafusos expansores também corrobora para esta variação. Alguns dos protocolos de ativação descritos são: uma ativação (0,2 mm) a cada dois dias (CHOI et al., 2016), uma ativação diária (0,2 mm) (CUNHA et al., 2017; CHUN et al., 2022; LEE et al., 2010; LIM et al., 2017; PARK et al., 2017; SHIN et al., 2019), duas ativações diárias (0,5 mm) (BAZARGANI; MAGNUSON; LUDWIG, 2018; CANAN; SENISIK, 2017; JIA et al., 2021), três ativações no primeiro dia (0,6 mm) seguida de duas ativações diárias (0,4 mm) (BRUNETTO et al., 2017), quatro ativações no primeiro dia (0,52 mm) seguida de duas ativações a cada dois dias (0,26 mm) (LI et al., 2020), duas ativações diárias (0,4 mm) até que o diastema entre os incisivos centrais apareça seguida de uma ativação diária (0,2 mm) (ELKENAWY et al., 2020; PAREDES et al., 2020), duas ativações diárias (0,5 mm) até que o diastema entre os incisivos centrais apareça seguida de uma ativação diária (0,25 mm) (ABEDINI et al., 2018; CANTARELLA et al., 2017; CANTARELLA et al., 2018a; CANTARELLA et al., 2018b; CANTARELLA et al.,

2020; CARLSON et al., 2016), ou até mesmo duas a três ativações diárias (0,5 mm a 0,8 mm) até que o diastema entre os incisivos centrais apareça seguida de uma ativação diária (0,25 mm) (COLAK et al., 2020).

#### 1.2.4 Momento adequado

O momento apropriado para expansão maxilar é um tópico bastante discutido, pois deseja-se tratar o paciente no período em que os efeitos esqueléticos sejam maiores do que os efeitos dentoalveolares adversos. Vários fatores, como a idade do paciente, estágio do crescimento, grau de maturação e densidade da SPM, morfologia do palato, entre outros, vêm sendo estudados com objetivo de identificar quais variáveis estão relacionadas com o sucesso ou não da expansão maxilar, porém não há um consenso na literatura.

Um grupo de pesquisadores entrevistaram 487 ortodontistas sobre algumas práticas clínicas em relação à ERM e relataram que 79,3% dos ortodontistas consideram a idade do paciente como fator importante para definir se a expansão pode ser realizada da forma convencional ou se a SARPE estaria indicada e, quando questionados até que idade eles indicam a ERM, as respostas variaram entre 7 anos e 32 anos, com média de idade de 19 anos (KORBMACHER et al., 2005). Bishara et al. (1997) avaliaram as distâncias intercaninos e intermolares ao longo dos anos e observaram que a dimensão transversa dos arcos está estabelecida por volta dos 13 anos, quando a erupção dos dentes permanentes está completa. Os autores concluíram que a expansão das arcadas após essa idade não deve ser realizada. Entretanto, estudos que avaliaram a SPM encontraram que pacientes até 25 anos apresentam pequena ou nenhuma ossificação da sutura, o que permitiria a expansão maxilar nesses pacientes, apesar de existir uma grande variação individual no grau de obliteração e interdigitação da sutura, que faz com que a idade não seja um parâmetro para explicar o aumento da resistência à expansão (KNAUP; YILDIZHAN; WEHRBEIN, 2004; KORBMACHER et al., 2007; PERSSON; THILANDER, 1997). Ao avaliar os efeitos da técnica MARPE na SPM, Jia et al. (2022) avaliaram 60 pacientes tratados com esta técnica e dividiram em 4 grupos, de acordo com a idade: grupo 1, de 11 a 14 anos; grupo 2, de 15 a 19 anos; grupo 3, de 20 a 24 anos; e grupo 4, de 25 a 34 anos. A taxa de abertura da SPM nestes grupos foi de 100%, 100%, 88,2% e 85,7%, respectivamente. Os autores concluíram que a SPM pode ser aberta mais facilmente com a técnica MARPE nos pacientes até 20 anos de idade.

Existem relatos de caso publicados na literatura mostrando pacientes pós-surto de crescimento tratados com ERM com auxílio de ancoragem esquelética que apresentaram resultados finais satisfatórios (CARLSON et al., 2016; CHOI et al., 2016; CUNHA et al., 2017; HUR et al., 2017; LEE et al., 2010). Apesar disso, alguns estudos mostraram que pacientes tratados com expansão maxilar antes do surto de crescimento puberal apresentaram mais efeitos esqueléticos e menos efeitos dentoalveolares do que pacientes tratados após surto de crescimento puberal (BACCETTI et al., 2001) e houve maior estabilidade do aumento da cavidade nasal obtido com a expansão (GORDON et al., 2009), apesar de não haver diferença em relação ao impacto facial após expansão maxilar (TORUN, 2017). Apesar da avaliação da maturação das vértebras cervicais ser um método bastante utilizado para definir o momento adequado para certas intervenções ortodônticas (BACCETTI; FRANCHI; MCNAMARA, 2005), alguns autores questionam se este método poderia ser confiável com este objetivo, visto que nem todos os pacientes atingem os níveis mais avançados desta classificação (PERINETTI et al., 2020).

Wehrbein e Yildizhan (2001) avaliaram radiografias oclusais de amostras de tecidos oriundos de autopsia da SPM e observaram que, em alguns casos em que morfológicamente a SPM estava presente, não havia imagem da sutura na radiografia oclusal. Com isso, concluíram que o termo obliteração ou fusão da sutura não deve ser aplicado quando se avalia a SPM através de radiografias oclusais. Assim, utilizando tomografias computadorizadas, Angelieri et al. (2013) avaliaram a SPM de 140 pacientes e propuseram um método de classificação do grau de maturação desta sutura em cinco estágios: estágio A, em que se observa uma linha sutural de alta densidade retilínea, com ou sem suave interdigitação; estágio B, em que esta linha sutural se encontra com alta densidade e aspecto tortuoso; estágio C, em que podem ser identificadas duas linhas de alta densidade, paralelas e curvilíneas, que se aproximam em algumas regiões e, em outras, são separadas por espaços de baixa densidade; estágio D, onde não há evidência da sutura no osso palatino, indicando que ocorreu a fusão; e estágio E, em que se observa a fusão completa da SPM, inclusive na parte anterior da maxila. O objetivo desta classificação seria identificar se a SPM teria potencial para responder à expansão e, assim, permitir o correto planejamento de qual tipo de expansão estaria indicada para o caso, com intuito de maximizar os efeitos esqueléticos e evitar os efeitos indesejáveis.

A partir da classificação descrita acima, outras pesquisas foram realizadas com

objetivo de correlacionar estes cinco estágios com os estágios de maturação da vértebra cervical (ANGELIERI et al., 2015), e com a idade cronológica e o sexo (ANGELIERI et al., 2017), com intuito de facilitar o diagnóstico e planejamento ortodôntico, sem a necessidade de uma tomografia computadorizada para avaliação da maturação da SPM propriamente dita. Porém, os resultados não mostraram correlações confiáveis para todos os casos. Ladewig et al. (2018) avaliaram a distribuição dos estágios de maturação da SPM em 112 pacientes entre 16 e 20 anos de idade e relataram que apenas um paciente apresentava o estágio A, oito pacientes o estágio B, 50 pacientes o estágio C, 26 pacientes o estágio D e 27 pacientes o estágio E, concluindo que a alta prevalência do estágio C nesta faixa etária justificaria estudos clínicos que avaliassem o bom prognóstico da expansão maxilar neste grupo de pacientes.

Sayar e Kiliç (2019) avaliaram 32 pacientes submetidos à ERM dento-suportada e dividiram em pré-surto de crescimento os pacientes que estavam nos estágios A, B e C e em pós-surto de crescimento os pacientes que estavam nos estágios D e E. Ambos os grupos apresentaram diferenças significativas após o tratamento no aumento das distâncias entre os incisivos centrais e primeiros molares superiores, no aumento transversal da maxila e da base do nariz, porém não houve diferenças entre os grupos para estas medidas. Entretanto, apesar dos autores terem associado o estágio de maturação da SPM ao estágio de crescimento do paciente, Cohen Jr (1993) descreve em seu artigo que a interrupção do crescimento não necessariamente levará sempre à fusão das suturas, assim como, apesar das suturas presentes ajudarem no processo de crescimento, algum crescimento pode ocorrer após o fechamento das suturas.

Além do grau de maturação da SPM, o grau de densidade desta sutura também já foi estudado na literatura em relação ao sucesso da ERM. Segundo Grunheid, Larson e Larson (2017), o grau de densidade da SPM tem o potencial de se tornar um preditor clínico da resposta esquelética à ERM. Por outro lado, a idade cronológica, estágio de maturação das vértebras cervicais e da SPM não podem ser considerados parâmetros úteis para prever os efeitos esqueléticos da ERM.

Shin et al. (2019) realizaram um estudo preliminar com 31 pacientes tratados com objetivo de determinar quais seriam os fatores preditores de sucesso da técnica MARPE em pacientes adultos jovens. Foram avaliados a idade do paciente, comprimento e profundidade do palato, estágio de maturação e de densidade da SPM e o padrão esquelético vertical e anteroposterior. Os autores concluíram que, dentre estes fatores, apenas a idade cronológica, o comprimento do palato e o estágio de maturação

da SPM podem ser considerados fatores preditores da abertura da SPM com a técnica MARPE.

### 1.2.5 Efeitos adversos e limitações

A inclinação no sentido vestibular dos dentes superiores posteriores pode ser considerada uma das principais consequências indesejáveis da expansão maxilar (GORGULU et al., 2011; PARK et al., 2017; WOLLER et al., 2014). Já foram relatados inclinação dos molares, pré-molares e caninos superiores, tanto com expansores dento-suportados como com expansores dento-ósseo suportados e ósseo-suportados (ALTIERI; CASSETTA, 2022; BAZARGANI et al., 2021; CANAN; SENISIK, 2017; CANTARELLA et al., 2018a; CHANE-FANE; DARQUÉ, 2015; CLEMENT; KRISHNASWAMY, 2017; GORGULU et al., 2011; JIA et al., 2021; LAGRAVERE et al., 2013; LIN et al., 2015; MEHTA et al., 2022; MOSLEH et al., 2015; NGAN et al., 2018; PARK et al., 2017; RINALDI et al., 2018; TOKLU; GERMEC-CAKAN; TOZLU, 2015; WOLLER et al., 2014). Em alguns casos, no período de contenção, ocorre a verticalização dos dentes que foram inclinados (LIM et al., 2017), porém em outros casos a inclinação permanece (LAGRAVERE et al., 2010). Apesar do mais comum ser a inclinação no sentido vestibular, Celenk-koca et al. (2018) observaram que quando o expansor é apoiado apenas em mini-implantes no palato, sem nenhum apoio dentário, pode ocorrer inclinação palatina dos molares superiores.

Outro achado bastante relatado é o impacto da expansão maxilar nos tecidos de suporte. Rinaldi et al. (2018) avaliaram 61 pacientes, com média de idade de 11 anos, tratados com expansor dento-suportado e observaram que no grupo tratado com Haas (27 pacientes), dois dentes apresentaram deiscência óssea, um dente apresentou fenestração óssea e um dente rompeu por completo a cortical óssea vestibular, enquanto no grupo tratado com hyrax (34 pacientes), 11 dentes apresentaram deiscência óssea, 10 dentes apresentaram fenestração óssea e 10 dentes romperam por completo a cortical óssea vestibular. Altieri e Cassetta (2022) observaram que houve redução da espessura do osso alveolar vestibular na região de primeiros molares tanto nos pacientes tratados com expansor dento-suportado (0,45 mm) como nos pacientes tratados com expansor ósseo-suportado (0,12 mm). Esta alteração no osso alveolar que circunda os dentes posteriores superiores também já foi relatada por outros autores (CELENK-KOCA et al., 2018; JIA et al., 2021; LIM et al., 2017; MEHTA et al., 2022; NGAN et al., 2018;

PARK et al., 2017; TOKLU; GERMEC-CAKAN; TOZLU, 2015). Dos estudos que avaliaram a presença de reabsorção radicular, nenhum deles detectou diminuição do comprimento radicular significativo após expansão maxilar (CELENK-KOCA et al., 2018; FERNANDES et al., 2019; RINALDI et al., 2018).

Feldmann e Bazargani (2017) utilizaram questionários para avaliar dor e desconforto em 50 pacientes, com média de idade de 10 anos, tratados com expansor dento-suportado ou dento-ósseo suportado. Os autores observaram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos no momento de instalação do aparelho e durante a primeira semana de ativação da expansão, apesar do grupo com expansor dento-ósseo suportado ter relatado menores valores para as variáveis estudadas. Os autores concluíram que ambos os aparelhos foram bem tolerados pelos pacientes. De forma semelhante, Garreau et al. (2016) relataram que tanto o expansor dento-suportado como o distrator maxilar ósseo-suportado foram bem aceitos pelos pacientes submetidos à SARPE, sendo o segundo considerado mais fácil de usar. Em relação aos expansores dento-suportados, quando comparado um tipo que gera força moderada e contínua com o convencional para ERM, Nieri et al. (2020) observaram que o primeiro grupo relatou um nível de dor menor, especialmente durante a primeira semana de uso do aparelho, porém não houve diferença entre os grupos quanto à dificuldade durante a fala e higienização oral, satisfação do paciente e outras complicações durante o tratamento.

Yoon et al. (2022) avaliaram 256 pacientes tratados com a técnica MARPE e, após avaliação das fichas de procedimentos e fotografias, observaram que 83,9% dos pacientes apresentaram inflamação gengival ao redor do aparelho, 45% relataram dor durante e após a expansão e houve algum dano ou quebra do aparelho em 10% dos casos.

Como limitação da técnica, quando tratamos da SARPE e da técnica MARPE, os custos e riscos envolvidos com os procedimentos cirúrgicos devem ser considerados. Bazargani et al. (2021) relataram que o tratamento com a técnica MARPE foi, em média, 300 dólares mais caro do que o tratamento com expansor dento-suportado convencional, visto que outros gastos são incluídos nessa modalidade de tratamento como o custo dos mini-implantes, da anestesia, da impressão dos modelos digitais e do maior tempo de cadeira do profissional para instalação e remoção do aparelho. Segundo os autores, além dos custos envolvidos, o desconforto que o procedimento de anestesia local pode causar nos pacientes deve ser levado em consideração no momento de escolher o aparelho. Já

et al. (2022) consideraram que, apesar da SARPE ser recomendada para pacientes adultos com atresia maxilar, é um procedimento que envolve custos mais elevados, maiores riscos, podendo ser necessário internação hospitalar com consequente afastamento do trabalho ou escola e que, por isso, alguns pacientes são relutantes em aceitar esta opção de tratamento.

#### 1.2.6 Estabilidade

A expansão maxilar é considerada uma forma de tratamento estável, desde que seja planejado um adequado tempo de contenção pós expansão, com intuito de consolidar as suturas que sofreram disjunção (BUSCHANG, 2006). Mohan et al. (2016) avaliaram 54 pacientes tratados com ERM com aparelho Haas, sendo 24 pacientes na dentição mista e 30 pacientes na dentição permanente no início do tratamento. Após o período de expansão, o Haas foi mantido em boca por três meses e o tratamento corretivo foi iniciado em sequência. Ao final do tratamento, foram planejadas contenções removível superior e fixa inferior. Os autores relataram que, após 11 anos do tratamento ortodôntico, houve uma pequena recidiva na distância intermolar de 0,41 mm nos pacientes que começaram o tratamento na dentição mista e de 0,72 mm nos pacientes que começaram o tratamento na dentição permanente. Assim, os autores concluíram que não há diferença significativa na estabilidade a longo prazo nos tratamentos iniciados na dentição mista ou permanente, assim como nos casos que apresentavam mordida cruzada posterior ou não no início do tratamento. Outras pesquisas que avaliaram a estabilidade a longo prazo mostraram que tanto a ERM convencional quanto a SARPE são opções estáveis de tratamento (BERGER et al., 1998; SOKUCU et al., 2009), assim como a técnica MARPE (CHOI et al., 2016), e que não há diferença de estabilidade entre ERM e ELM (PINHEIRO et al., 2014).

Não há um consenso na literatura de quanto tempo é necessário de contenção após expansão maxilar para que se tenha estabilidade dos resultados alcançados. Apesar de geralmente a contenção ser planejada por um período de 6 meses (ALTIERI; CASSETTA, 2022; BALLANTI et al., 2010; BAZARGANI et al., 2021; CANAN; SENISIK, 2017; CELENK-KOCA et al., 2018; GORGULU et al., 2011; PINHEIRO et al., 2014; RUTILI et al., 2021; SOKUCU et al., 2009), alguns autores relatam que o tempo de contenção foi de 3 meses (CAPPELLETTE JR et al., 2006; CHUN et al., 2022; CUNHA et al., 2017; MOHAN et al., 2016), enquanto outros relatam um ano de



contenção (BERGER et al., 1998; CAPRIOGLIO et al., 2014). Uma revisão sistemática concluiu que, para evitar a recidiva ou garantir mudanças mínimas após expansão maxilar, um período de 6 meses de contenção parece ser o suficiente (COSTA et al., 2017).

### **1.3 Expansão dento-suportada x Expansão com a técnica MARPE**

Após introdução da técnica MARPE, muitas pesquisas foram desenvolvidas com intuito de comparar os resultados dentoalveolares e esqueléticos desta técnica com a expansão dento-suportada convencional. Diferentes metodologias para avaliar estas respostas ao tratamento foram descritas, desde diferentes exames utilizados para avaliação, até diferentes pontos de referência e formas de medir, e diferentes características iniciais da amostra em que os estudos foram aplicados.

Lagravere et al. (2010) avaliaram tomografias computadorizadas de 41 pacientes com média de idade de 14 anos, tratados com expansor dento-suportado do tipo hyrax (grupo 1) ou com expansor ósseo-suportado (grupo 2). Para avaliar a inclinação dentária, usaram como referência o plano formado pelo ponto central da câmara pulpar dos dentes de interesse de ambos os lados e o ápice radicular dos mesmos. Os autores observaram que os primeiros molares no grupo 1 inclinaram, aproximadamente, 9° para vestibular, e no grupo 2 inclinaram, aproximadamente, 8° para vestibular. Para avaliar o ganho transversal dentário, mediram a distância do ponto central da câmara pulpar dos primeiros molares de ambos os lados. No grupo 1, encontraram aumento de 5,51 mm e, no grupo 2, aumento de 5,36 mm. Para avaliar os efeitos esqueléticos, mediram a distância transversal do centro do forame infraorbital de ambos os lados. No grupo 1, encontraram aumento de 0,07 mm e, no grupo 2, aumento de 0,31 mm. No período após contenção (seis meses após estabilização dos expansores) houve recidiva da inclinação dentária de, aproximadamente, 3° no grupo 1 e não houve recidiva no grupo 2, assim como para as medidas esqueléticas em ambos os grupos.

Lin et al. (2015) avaliaram tomografias computadorizadas de 28 pacientes com média de idade de 18 anos, tratados com expansor dento-suportado do tipo hyrax (grupo 1) ou com expansor ósseo-suportado (grupo 2). Para avaliar a inclinação dentária, usaram como referência o plano que tangenciava a porção mais inferior do assoalho da cavidade nasal e o longo eixo da raiz palatina do primeiro molar. Os autores observaram que os primeiros molares no grupo 1 inclinaram, aproximadamente, 6,5° para vestibular,

e no grupo 2 inclinaram, aproximadamente, 1° para vestibular. Para avaliar o ganho transversal dentário, realizaram duas medidas: distância do ponto central da câmara pulpar dos primeiros molares de ambos os lados e distância entre o ápice da raiz palatina destes dentes em ambos os lados. No grupo 1, encontraram aumentos de 4,45 mm e 2,03 mm, respectivamente, e no grupo 2, aumentos de 3,46 mm e 2,79 mm, respectivamente. Para avaliar os efeitos esqueléticos, mediram a distância transversal do ponto mais externo da maxila em três regiões: tangente à porção mais inferior do assoalho da cavidade nasal, tangente à porção mais inferior do palato duro e 5 mm abaixo desta segunda medida. No grupo 1, encontraram aumentos de 0,83 mm, 1,14 mm e 1,34 mm, respectivamente. No grupo 2, encontraram aumentos de 1,87 mm, 1,99 mm e 2,38 mm, respectivamente.

Chane-Fane e Darqué (2015) avaliaram modelos de estudo e radiografias frontais de 16 pacientes com média de idade de 13 anos, tratados com expansor dento-suportado do tipo hyrax (grupo 1) ou com expansor dento-ósseo suportado (grupo 2). Para avaliar a inclinação dentária, usaram como referência a curva de Wilson no modelo de estudo formada pelas cúspides dos primeiros molares. Os autores observaram que houve um maior aumento da curva de Wilson no grupo 1 do que no grupo 2, evidenciando maior inclinação dentária no grupo 1. Para avaliar o ganho transversal dentário, mediram nos modelos de estudo a distância entre a cúspide palatina dos primeiros molares. No grupo 1, encontraram aumento de 12 %, e no grupo 2, aumento de 15% em relação à medida inicial. Para avaliar os efeitos esqueléticos, utilizaram a radiografia frontal para realizarem duas medidas: distância entre o ponto mais lateral da cavidade nasal em ambos os lados e distância entre o ponto jugal (ponto de interseção entre o contorno da tuberosidade da maxila e o contorno do processo zigomático) de ambos os lados. No grupo 1, encontraram aumentos de 6% e 2%, respectivamente, em relação às medidas iniciais, enquanto no grupo 2 estes aumentos foram de 8% e 5%, respectivamente.

Mosleh et al. (2015) avaliaram tomografias computadorizadas de 20 pacientes com média de idade de 12 anos, tratadas com expansor dento-suportado do tipo hyrax (grupo 1) ou com expansor dento-ósseo suportado (grupo 2). Para avaliar a inclinação dentária, usaram como referência o plano horizontal de Frankfurt (estabelecido pelo ponto mais inferior da órbita ao ponto mais superior do meato acústico externo) e o longo eixo do primeiro molar. Os autores observaram que os primeiros molares no grupo 1 inclinaram entre 2,9° e 5,6° para vestibular, e no grupo 2 inclinaram entre 2,5° para vestibular e 1,5° para palatina. Para avaliar o ganho transversal dentário, realizaram duas

medidas nos primeiros molares: distância entre as cúspides mesiovestibulares e distância entre os ápices radiculares. No grupo 1, encontraram aumentos de 9,7 mm e 3,4 mm, respectivamente, e no grupo 2, aumentos de 3,9 mm e 3,5 mm, respectivamente. Para avaliar os efeitos esqueléticos, mediram três regiões: distância entre o arco zigomático de ambos os lados, distância entre o ponto mais lateral da cavidade nasal em ambos os lados e distância entre o ponto jugal de ambos os lados. No grupo 1, encontraram aumentos de 3,9 mm, 3,5 mm e 3,1 mm, respectivamente. No grupo 2, encontraram aumentos de 6,2 mm, 0,6 mm e 2,6 mm, respectivamente.

Toklu, Germec-Cakan e Tozlu (2015) avaliaram tomografias computadorizadas de 25 pacientes com média de idade de 14 anos, tratados com expansor dento-suportado do tipo hyrax (grupo 1) ou com expansor dento-ósseo suportado (grupo 2). Para avaliar a inclinação dentária, usaram como referência o plano sagital médio e o longo eixo do primeiro molar, passando pela cúspide e raiz palatinas. Os autores observaram que os primeiros molares no grupo 1 inclinaram entre 2,96° e 6,77° para vestibular, e no grupo 2 inclinaram entre 2,43° e 2,89° para vestibular. Para avaliar o ganho transversal dentário, realizaram três medidas nos primeiros molares: distância entre as cúspides mesiovestibulares, distância entre as cúspides palatinas e distância entre os ápices radiculares. No grupo 1, encontraram aumentos de 8,51 mm, 8,6 mm e 7,71 mm, respectivamente, e no grupo 2, aumentos de 9,08 mm, 9,12 mm e 6,02 mm, respectivamente. Para avaliar os efeitos esqueléticos, mediram três regiões: distância entre o osso palatino de ambos os lados na região de primeiro molar no corte axial, distância entre o ponto mais lateral da cavidade nasal em ambos os lados e distância entre o ponto jugal de ambos os lados. No grupo 1, encontraram aumentos de 4,59 mm, 2,46 mm e 1,98 mm, respectivamente. No grupo 2, encontraram aumentos de 4,12 mm, 2,54 mm e 2,62 mm, respectivamente.

Canan e Senisik (2017) avaliaram modelos de estudo digitalizados de 47 pacientes com média de idade de 13 anos, tratados com expansor dento-suportado do tipo hyrax (grupo 1), com expansor dento-ósseo suportado (grupo 2) ou com expansor ósseo-suportado (grupo 3). Para avaliar a inclinação dentária, usaram como referência um sistema de coordenadas criados no *software* e um plano que tangenciava as cúspides vestibular e palatina do primeiro molar. Os autores observaram inclinação para vestibular no grupo 1 de 3,3° a 5,76°, no grupo 2 de 2,13° a 6,49°, e no grupo 3 de 0,05° a 1,4°. No período após contenção (seis meses após estabilização dos expansores) houve

recidiva de  $0,76^\circ$  a  $2,01^\circ$  no grupo 1, de  $0,91^\circ$  a  $3^\circ$  no grupo 2, e de  $1,4^\circ$  a  $2,17^\circ$  no grupo 3.

Celenk-koca et al. (2018) avaliaram tomografias computadorizadas de 40 pacientes com média de idade de 13 anos, tratados com expansor dento-suportado do tipo hyrax (grupo 1) ou com expansor ósseo-suportado (grupo 2). Para avaliar a inclinação dentária, usaram como referência o plano que tangenciava o assoalho da cavidade nasal e o longo eixo da raiz mesiovestibular do primeiro molar. Os autores observaram inclinação vestibular de  $3,9^\circ$  no grupo 1 e verticalização (inclinação palatina) de  $1,3^\circ$  no grupo 2. Para avaliar os efeitos esqueléticos, mediram a distância entre o ponto mais lateral do assoalho da cavidade nasal em ambos os lados. No grupo 1, encontraram aumento de 1,2 mm e, no grupo 2, aumento de 2,9 mm. Considerando também outras medidas realizadas no estudo, os autores concluíram que do ganho transversal total obtido em ambos os grupos, o resultado de origem esquelética foi de 26% no grupo 1 e de 68% no grupo 2.

Bazargani et al. (2021) avaliaram tomografias computadorizadas e modelos de estudo de 52 pacientes com média de idade de 9 anos, tratados com expansor dento-suportado do tipo hyrax (grupo 1) ou com expansor dento-ósseo suportado (grupo 2). Para avaliar a inclinação dentária, usaram como referência o plano sagital médio e o longo eixo do primeiro molar, passando pela cúspide e raiz palatinas. Os autores observaram que os primeiros molares no grupo 1 inclinaram entre  $3,7^\circ$  e  $4,8^\circ$  para vestibular, e no grupo 2 inclinaram entre  $2,2^\circ$  e  $3,3^\circ$  para vestibular. Para avaliar o ganho transversal dentário, mediram a distância intermolar no modelo de estudo. No grupo 1, encontraram aumento de 5,2 mm, e no grupo 2, aumento de 5,8 mm. Para avaliar os efeitos esqueléticos, mediram duas regiões na cavidade nasal: distância entre o ponto mais lateral na região superior de ambos os lados e distância entre o ponto mais lateral do assoalho em ambos os lados. No grupo 1, encontraram aumentos de 2,1 mm e 2,3 mm, respectivamente, e no grupo 2, encontraram aumentos de 2,7 mm e 2,8 mm, respectivamente. No período após contenção (um ano após estabilização dos expansores) houve recidiva da inclinação dentária de  $1,5^\circ$  a  $1,7^\circ$  no grupo 1, e recidiva completa no grupo 2.

Jia et al. (2021) avaliaram tomografias computadorizadas de 60 pacientes com média de idade de 15 anos, tratados com expansor dento-suportado do tipo hyrax (grupo 1) ou com expansor dento-ósseo suportado (grupo 2). Para avaliar a inclinação dentária, usaram como referência o plano que tangenciava a porção mais inferior do assoalho da

cavidade nasal e o longo eixo da cúspide e raiz palatinas do primeiro molar. Os autores observaram que os primeiros molares no grupo 1 inclinaram entre  $5,88^\circ$  e  $6,71^\circ$  para vestibular, e no grupo 2 inclinaram entre  $2,72^\circ$  e  $3,82^\circ$  para vestibular. Para avaliar o ganho transversal dentário, mediram a distância entre as coroas e ápices radiculares dos primeiros molares. No grupo 1, encontraram aumentos de 7,02 mm e 1,98 mm, respectivamente, e no grupo 2, aumentos de 6,36 mm e 3,73 mm, respectivamente. Para avaliar os efeitos esqueléticos, mediram a distância entre o ponto mais lateral da cavidade nasal de ambos os lados e a distância entre o ponto na curva da base maxilar em ambos os lados. No grupo 1, encontraram aumentos de 1,61 mm e 2,03 mm, respectivamente, e no grupo 2, encontraram aumentos de 2,77 mm e 3,88 mm, respectivamente.

Altieri e Cassetta (2022) avaliaram tomografias computadorizadas de 26 pacientes com média de idade de 12 anos, tratados com expansor dento-suportado do tipo hyrax (grupo 1) ou com expansor ósseo-suportado (grupo 2). Para avaliar a inclinação dentária, usaram como referência o plano sagital médio e o longo eixo do primeiro molar, passando pela cúspide mesiovestibular e raiz palatina. Os autores observaram que os primeiros molares no grupo 1 inclinaram entre  $2,82^\circ$  e  $4,17^\circ$  para vestibular, e no grupo 2 houve uma tendência a verticalização (inclinação palatina) de até  $1,57^\circ$ . Para avaliar o ganho transversal dentário, mediram a distância entre as coroas e ápices radiculares dos primeiros molares. No grupo 1, encontraram aumentos de 5,43 mm e 5,8 mm, respectivamente, e no grupo 2 aumentos de 5,23 mm e 4,82 mm, respectivamente. Para avaliar os efeitos esqueléticos, mediram a distância transversal do ponto na base maxilar em ambos os lados que tangenciava o assoalho da cavidade nasal e a distância do ponto mais lateral da sutura zigomático-maxilar de ambos os lados. No grupo 1, encontraram aumentos de 2,89 mm e 4,8 mm, respectivamente, e no grupo 2 aumentos de 6,79 mm e 8,15 mm, respectivamente.

Mehta et al. (2022) avaliaram tomografias computadorizadas de 41 pacientes com média de idade de 13 anos, tratados com expansor dento-suportado do tipo hyrax (grupo 1) ou com expansor ósseo-suportado (grupo 2). Para avaliar a inclinação dentária, usaram como referência o plano que tangenciava o assoalho da cavidade nasal e o longo eixo da cúspide e raiz palatinas do primeiro molar. Os autores observaram que os primeiros molares inclinaram para vestibular  $6^\circ$  no grupo 1 e  $2,1^\circ$  no grupo 2. Para avaliar o ganho transversal dentário, mediram a distância entre a fossa central de ambos primeiros molares. No grupo 1, encontraram aumento de 5,49 mm, e no grupo 2

aumento de 4,18 mm. Para avaliar os efeitos esqueléticos, mediram a distância transversal dos pontos de ambos os lados na concavidade do palato duro. No grupo 1, encontraram aumento de 1,47 mm, e no grupo 2 aumento de 2,28 mm.

Chun et al. (2022) avaliaram tomografias computadorizadas de 40 pacientes com média de idade de 14 anos, tratados com expansor dento-suportado do tipo hyrax (grupo 1) ou com expansor dento-ósseo suportado (grupo 2). Para avaliar a inclinação dentária, usaram como referência o plano perpendicular ao plano palatino e o longo eixo do primeiro molar, passando pela cúspide e raiz palatinas. Os autores observaram que os primeiros molares no grupo 1 inclinaram 3,4° para vestibular, e no grupo 2 inclinaram 3,94° para vestibular. Para avaliar o ganho transversal dentário, mediram a distância entre as cúspides vestibulares dos primeiros molares. No grupo 1, encontraram aumento de 6,11 mm, e no grupo 2, aumento de 6,7 mm. Para avaliar os efeitos esqueléticos, mediram a distância entre a borda do processo zigomático na região da sutura frontozigomática de ambos os lados, a distância da borda superior da sutura zigomático-maxilar de ambos os lados e a distância entre os pontos de ambos os lados localizados na maxila no plano que tangenciava o palato duro. No grupo 1, encontraram aumentos de 0,36 mm, 1,04 mm e 2,59 mm, respectivamente, e no grupo 2, encontraram aumentos de 0,05 mm, 1,49 mm e 3,31 mm, respectivamente. No período após contenção (três meses após estabilização dos expansores) houve recidiva da inclinação dentária de 0,98° no grupo 1 e de 1,92° no grupo 2 e, para as medidas esqueléticas e distância intermolar, a recidiva foi menor que 1 mm em ambos os grupos.

Uma revisão sistemática e meta-análise comparou os resultados da expansão dento-suportada com a expansão ósseo-suportada ou dento-ósseo suportada e, após incluir 12 artigos em sua avaliação, com um total de 264 pacientes com média de idade de 12 anos, relatou que as evidências são limitadas, porém os estudos mostram que a expansão ósseo-suportada está associada a maior abertura da SPM, enquanto não há diferença em relação à inclinação dentária, dimensão da cavidade nasal e reabsorção radicular. Além disso, a expansão dento-ósseo suportada está associada com menor inclinação vestibular de primeiros pré-molares e menor resistência da via aérea nasal, enquanto não há diferença em relação à largura transversal da maxila e inclinação de molares. As principais limitações destes achados são a inclusão de poucos estudos, sendo estes com tamanho de amostra pequeno, e questões metodológicas destas pesquisas que podem levar à vieses na interpretação de seus resultados (KRUSI; ELIADES; PAPAGEORGIU, 2019). Outra revisão sistemática concluiu que não há

diferença na correção da mordida cruzada e na distância intermolar ao comparar a expansão dento-suportada com a expansão ósseo-suportada ou dento-ósseo suportada (UGOLINI et al., 2021).

Uma nova abordagem para avaliação dos efeitos esqueléticos e dentoalveolares foi proposto por um grupo de pesquisadores (PAREDES et al., 2020), considerando o centro de rotação do complexo zigomático-maxilar próximo à sutura frontozigomática em ambos os lados como mencionado anteriormente (CANTARELLA et al., 2018a). Assim, os autores avaliaram 39 pacientes com média de idade de 18 anos, tratados com expansor dento-ósseo suportado, e realizaram no plano coronal medidas angulares a partir do centro de rotação, e medidas lineares, a fim de comparação de resultados. Após identificar o centro de rotação para cada caso em ambos os lados, os autores encontraram que a resposta ao tratamento foi 60,16% e 56,83% esquelética, 16,15% e 16,55% alveolar e 23,69% e 26,62% dentária, do lado direito e esquerdo, respectivamente, quando foram realizadas medidas lineares. Em contrapartida, quando foram realizadas medidas angulares a partir do centro de rotação identificado, a resposta ao tratamento foi 96,58% e 95,44% esquelética, 0,34% e 0,33% alveolar e 3,08% e 4,23% dentária, do lado direito e esquerdo, respectivamente. Segundo os autores, estas diferenças encontradas evidenciam que qualquer medida que vise quantificar as alterações esqueléticas e dentoalveolares deve ser feita a partir de ângulos formados com o vértice no centro de rotação, uma vez que a ERM provoca um movimento de rotação. Medidas lineares ou medidas angulares que não utilizem este fulcro de rotação do complexo zigomático-maxilar como referência podem resultar em valores não confiáveis (PAREDES et al., 2020).

## 2 PROPOSIÇÃO

Este estudo tem como objetivo:

- A. Identificar, em pacientes pós-surto de crescimento puberal, o impacto da expansão rápida da maxila com expansor dento-suportado do tipo hyrax e com expansor dento-ósseo suportado (técnica MARPE), nas seguintes regiões de interesse: base óssea da maxila, processo alveolar da maxila e primeiros molares superiores permanentes;
- B. Avaliar a estabilidade da expansão rápida da maxila nas três regiões de interesse após o período de contenção;
- C. Comparar a altura do fulcro de rotação do complexo zigomático-maxilar no plano coronal após expansão rápida da maxila nos dois grupos;
- D. Avaliar clinicamente o resultado da expansão em ambos os grupos.



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Aspectos éticos

O projeto de pesquisa foi submetido à Plataforma Brasil (CAAE: 13028219.0.0000.5259). A coleta de dados deste estudo foi iniciada após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Pedro Ernesto (CEP/HUPE), da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), que emitiu parecer consubstanciado número 3.445.488, data da relatoria: 09/07/2019 (ANEXO A).

#### 3.2 Seleção da amostra

Baseado nos achados de Lin et al. (2015) para os efeitos esqueléticos na maxila em pacientes tratados com ERM com expansor dento-suportado (média 1,34 mm e desvio padrão 0,78 mm) e com a técnica MARPE (média 2,38 mm e desvio padrão 1,17 mm), considerando um poder de 80% e nível alfa de 0,05, um tamanho de amostra de 14 pacientes por grupo foi calculado (*software* BioEstat versão 5.0).

Para formar o grupo HYRAX, foram selecionados de forma retrospectiva 17 pacientes submetidos à ERM com expansor dento-suportado. Para formar o grupo MARPE, foram selecionados de forma prospectiva 14 pacientes com indicação de ERM, para serem tratados com expansor dento-ósseo suportado.

Os critérios de inclusão e exclusão foram definidos com intuito de assemelhar os dois grupos em relação às características iniciais. Os critérios de inclusão foram: 1. pacientes em fase de dentição permanente, podendo ou não apresentar terceiros molares; 2. faixa etária entre 13 e 21 anos; 3. estágios CS5 e CS6 de maturação das vértebras cervicais; e 4. presença de mordida cruzada posterior uni ou bilateral e/ou maxila atrésica. Os critérios de exclusão foram: 1. pacientes portadores de doenças sistêmicas ou genéticas; 2. presença de fenda palatina; 3. pacientes com doença periodontal; 4. histórico de fratura ou cirurgia nos ossos maxilares; e 5. tratamento ortodôntico prévio.

Todos os participantes e seus responsáveis foram informados das características e objetivos do trabalho antes do início do estudo, e assinaram o termo de assentimento livre e esclarecido quando menores de 18 anos de idade (APÊNDICE A) e o termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE B).

### 3.3 Procedimentos clínicos da ERM

No grupo MARPE, o expansor foi adaptado a quatro mini-implantes posicionados no palato e às bandas ortodônticas cimentadas nos primeiros molares permanentes. Inicialmente, foram realizados o escaneamento intra-oral e a tomografia computadorizada de face destes pacientes, para que o posicionamento e tamanho dos mini-implantes e do expansor fossem planejados adequadamente. Todos os expansores deste grupo foram da empresa PecLab (Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil) e fornecidos pelo Laboratório Kika Ortodontia (Sorocaba, São Paulo, Brasil). Os mini-implantes utilizados também foram da empresa PecLab e apresentavam o mesmo diâmetro (1,8 mm), enquanto o comprimento foi individualizado conforme planejamento tomográfico, com objetivo de alcançar a ancoragem bicortical dos mesmos. O passo-a-passo para planejamento e instalação do expansor pode ser visto no artigo de Fernandes, Capelli Jr e Miguel (2020) (ANEXO B) (Figura 1).

Figura 1 – Modelo do expansor utilizado no grupo MARPE



No grupo HYRAX, o expansor apresentava duas barras de fio de aço inoxidável de 0.040" de diâmetro (Dentaurum - Ispringen, Alemanha) contornando as superfícies palatina no terço cervical dos caninos aos segundos molares, que foram soldadas às bandas ortodônticas cimentadas nos primeiros molares permanentes e nos primeiros pré-molares. As barras de aço foram soldadas às bandas utilizando-se solda de prata (Figura 2).

Figura 2 – Modelo do expansor utilizado no grupo HYRAX



Os pacientes de ambos os grupos foram orientados em relação à higienização e ativação do aparelho. No grupo MARPE foi realizada uma ativação por dia, equivalendo a 1/4 de volta ou 0,25 mm, e no grupo HYRAX foram realizadas duas ativações ao dia, equivalendo a 2/4 de volta ou 0,5 mm, sendo uma pela manhã e uma à noite. Em ambos os grupos, a ativação foi realizada até que a sobrecorreção fosse alcançada (cúspide palatina do molar superior ocluindo na cúspide vestibular do molar inferior). Os pacientes foram observados semanalmente até o momento de estabilização do expansor. Durante as consultas, a abertura do expansor era medida com compasso de ponta seca para verificar se o aparelho tinha sido corretamente ativado. Após este momento, os pacientes foram acompanhados mensalmente por seis meses para contenção da ERM. Após este período, o aparelho foi removido e os pacientes liberados para tratamento corretivo, de acordo com as necessidades específicas de cada paciente.

### 3.4 Coleta de dados

As tomografias computadorizadas de feixe cônico foram realizadas em três fases do tratamento, sendo a primeira antes do início do tratamento (T1), a segunda após finalizada a ERM (T2) e a terceira após seis meses de contenção (T3). As imagens foram obtidas com o paciente em máxima intercuspidação habitual e com a cabeça orientada com o plano horizontal de Frankfurt paralelo ao solo e o plano sagital mediano perpendicular ao solo. Os dados foram salvos em formato DICOM (*Digital Imaging and*

*Communications in Medicine*). Foi utilizado o tomógrafo i-CAT (Imaging Sciences International, Hatfield, Pa, USA), com campo de visão 22 cm x 16 cm, voxel de 0,25 mm, tempo de varredura de 20 segundos, com 120 kVp e 5 mA.

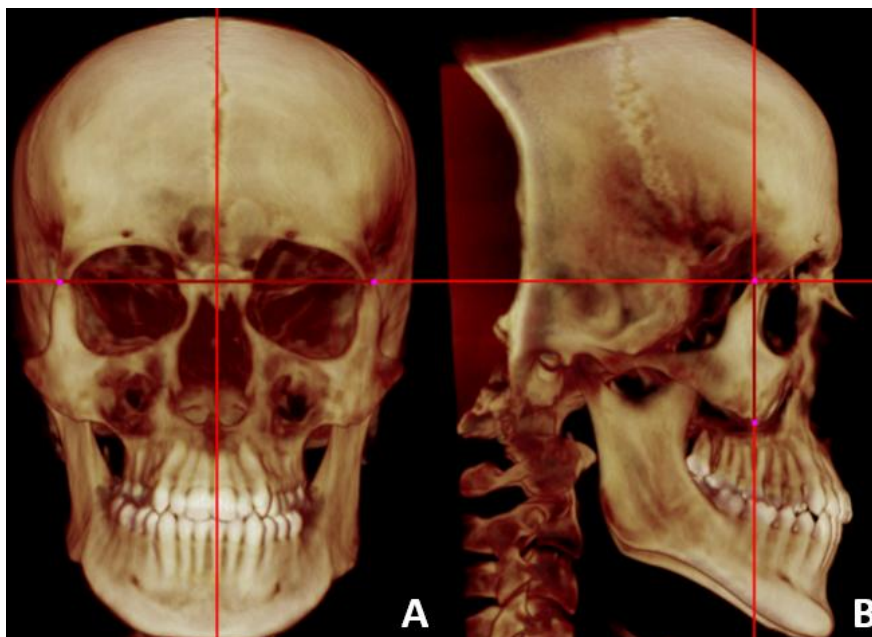
Todas as tomografias foram analisadas de forma aleatória pelo mesmo examinador. Todo o processo de manipulação e mensuração das tomografias foi feito em seis pacientes, com intervalo de 15 dias, para avaliar o erro de método.

#### 3.4.1 Mensuração dos efeitos na base óssea da maxila, no processo alveolar da maxila e nos primeiros molares permanentes superiores

Foi utilizado o *software* Dolphin Imaging® versão 11.9 (Chatsworth, Califórnia, USA) para mensuração de todas as tomografias. Os pontos e medidas de interesse foram realizados conforme descrito por Paredes et al. (2020) (exceto a raiz disto-vestibular do primeiro molar como referência do ponto alveolar, que foi substituído pelo ponto jugal da maxila), da seguinte forma:

1. A posição da cabeça foi orientada em T1 na vista frontal (plano axial definido pelos pontos mais externos da sutura frontozigomática em ambos os lados) e na vista lateral direita (plano coronal definido pelo ponto mais posterior da sutura frontozigomática e pelo ponto mais inferior da sutura zigomático-maxilar) (Figura 3);

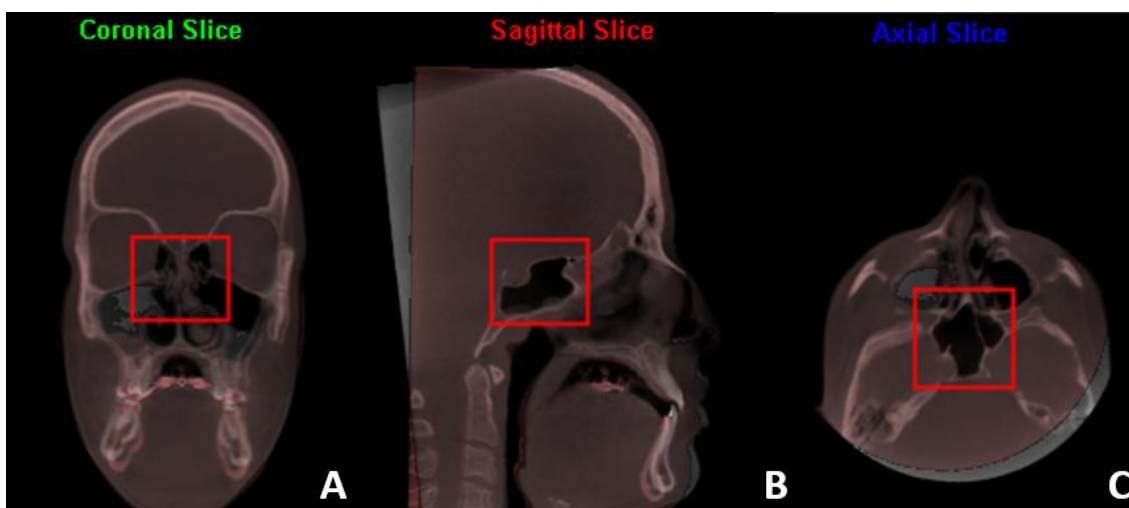
Figura 3 – Orientação do crânio na tomografia T1



Legenda: Vista frontal com a referência horizontal (A) e vista lateral direita com a referência vertical (B).

2. A sobreposição da tomografia de T2 sobre T1 foi realizada tendo como referência a base do crânio (CEVIDANES et al., 2005) (Figura 4);

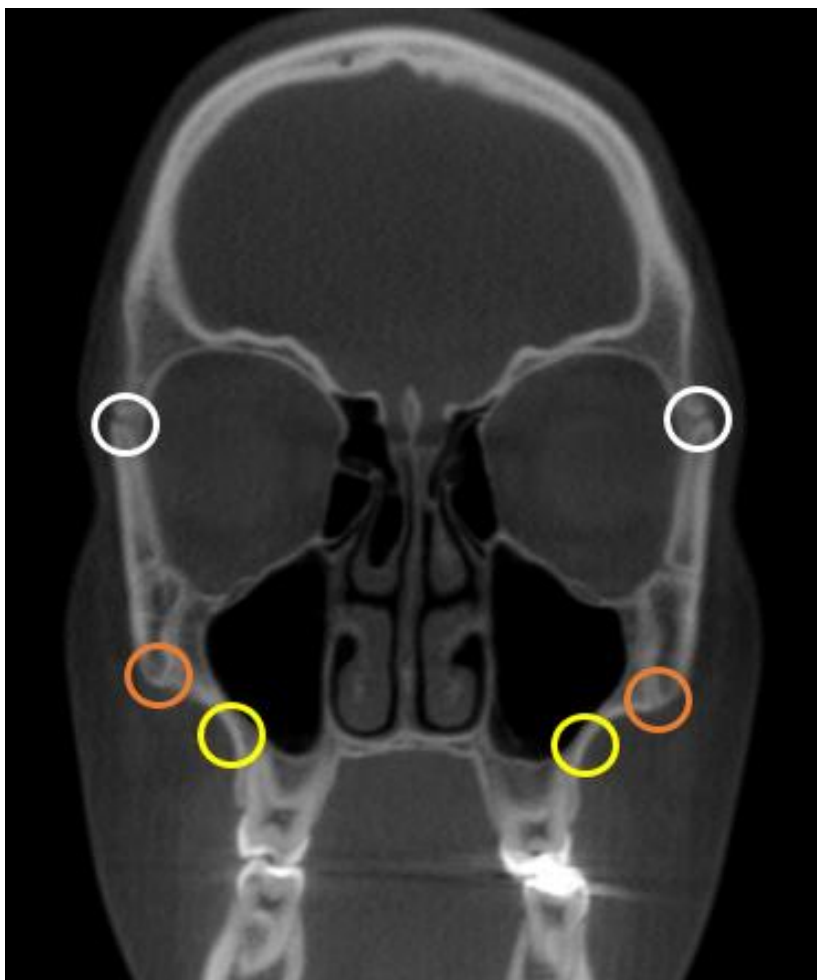
Figura 4 – Sobreposição de duas tomografias pela base do crânio



Legenda: Vista frontal (A), sagital (B) e axial (C) das tomografias sendo sobrepostas pela base do crânio.

3. Uma vez sobrepostas as tomografias, foi selecionado o corte coronal em que fosse possível identificar a sutura frontozigomática, a sutura zigomático-maxilar e o ponto jugal da maxila (Figura 5);

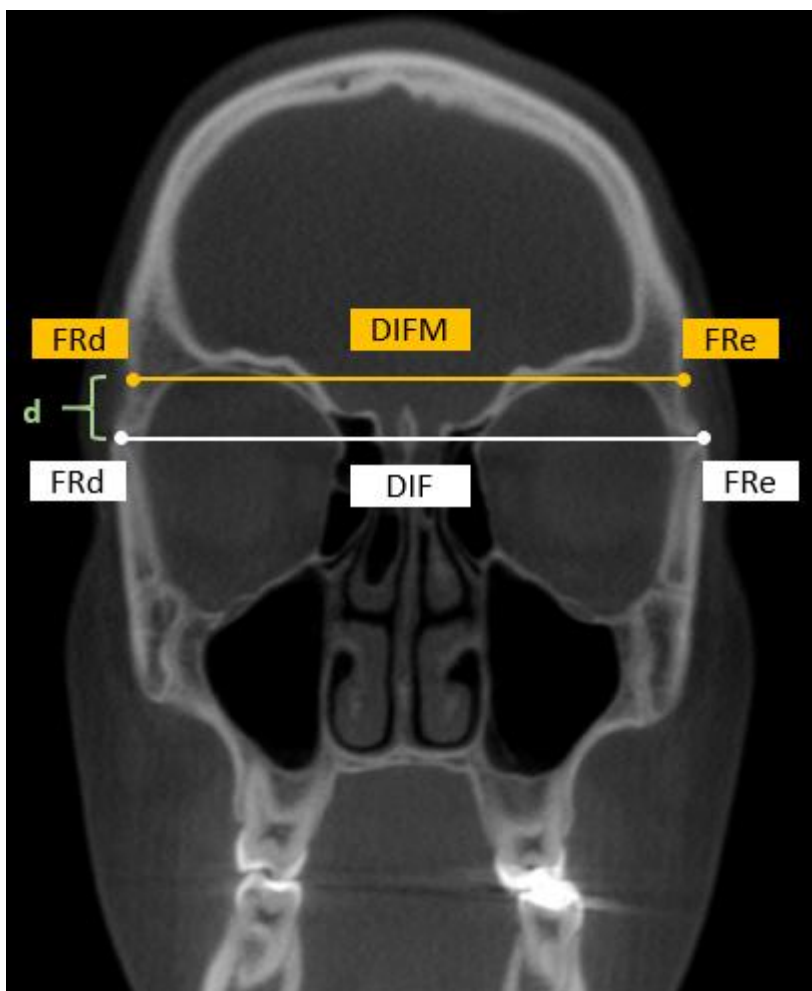
Figura 5 – Localização das três áreas de interesse para o corte coronal



Legenda: Sutura frontozigomática (branco); sutura zigomático-maxilar (laranja); e ponto jugal da maxila (amarelo).

4. Para localizar o fulcro de rotação após ERM, a distância interfrontal (DIF - distância entre o ponto mais externo e inferior do processo zigomático do osso frontal em ambos os lados) foi calculada em T1 e T2. Caso fosse encontrado o mesmo valor, distâncias paralelas e inferiores à DIF foram calculadas para confirmar se este é realmente o fulcro ou se este é mais inferior. Caso fosse encontrado um valor menor em T1 do que em T2, distâncias paralelas e superiores à DIF foram calculadas até que fosse mensurado o mesmo valor em T1 e T2. Uma vez encontrada a altura do fulcro de rotação, e caso esta não fosse equivalente à DIF, esta distância foi denominada de distância interfrontal modificada (DIFM). Para avaliar a altura do fulcro de rotação, a distância entre a DIF e a DIFM foi calculada e comparada entre os grupos (Figura 6);

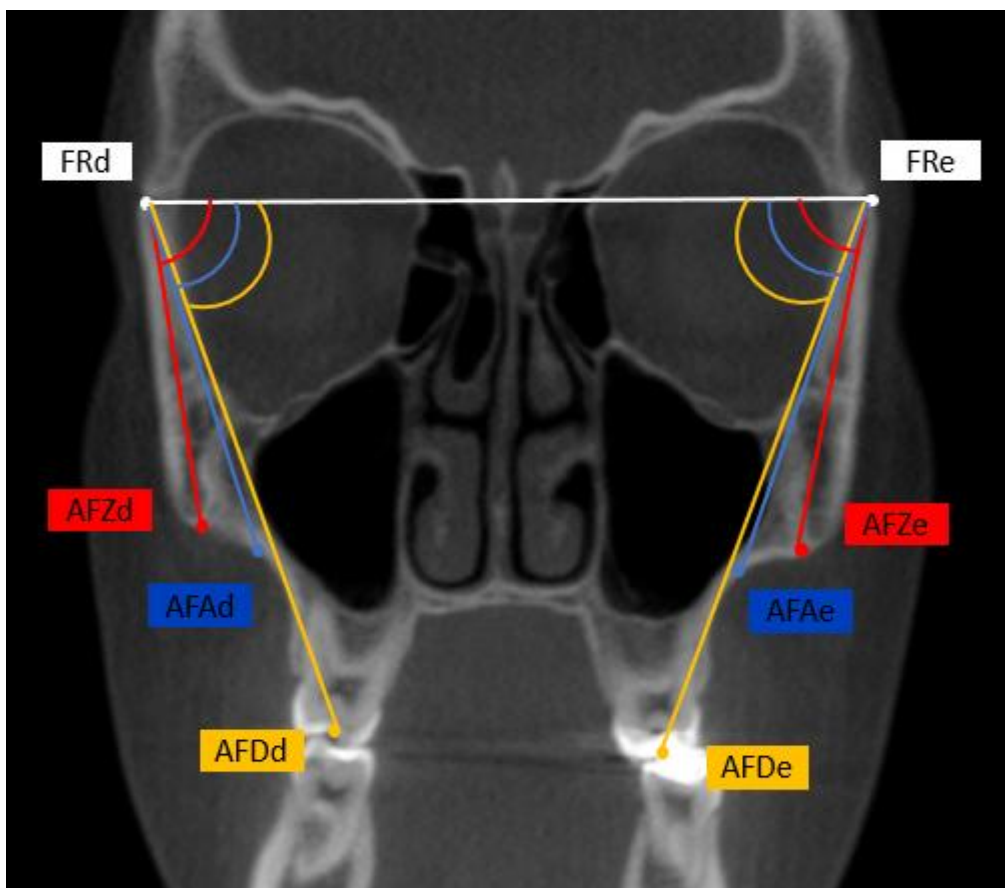
Figura 6 – Localização do fulcro de rotação e das DIF e DIFM



Legenda: DIF – distância interfrontal; DIFM – distância interfrontal modificada; FRd – fulcro de rotação direito; FRe – fulcro de rotação esquerdo; d – distância entre a DIF e a DIFM.

5. Uma vez definido o fulcro de rotação, as seguintes medidas angulares foram realizadas em ambos os lados: 1. ângulo frontozigomático (AFZ), formado pela DIF ou DIFM e pela distância entre o fulcro e o ponto mais externo da sutura zigomático-maxilar; 2. ângulo frontoalveolar (AFA), formado pela DIF ou DIFM e pela distância entre o fulcro e o ponto jugal da maxila; e 3. ângulo frontodentário (AFD), formado pela DIF ou DIFM e pela distância entre o fulcro e o ponto oclusal entre as cúspides vestibular e palatina do primeiro molar (Figura 7);

Figura 7 – Localização dos ângulos de avaliação



Legenda: AFZd – ângulo frontozigomático direito; AFAd – ângulo frontoalveolar direito; AFDd – ângulo frontodentário direito; AFZe – ângulo frontozigomático esquerdo; AFAe – ângulo frontoalveolar esquerdo; AFDe – ângulo frontodentário esquerdo; FRd – fulcro de rotação direito; FRe – fulcro de rotação esquerdo.

6. Para avaliar se houve alguma mudança no período de contenção, a tomografia de T3 foi sobreposta na tomografia de T2 como descrito acima (Item 2). Para que as medidas angulares fossem realizadas do mesmo ponto de partida, o corte coronal selecionado anteriormente e a altura da DIF ou DIFM foram verificados em T2 e transportados para T3. Assim, os ângulos foram mensurados como descrito acima (Item 5).

Para definir as respostas à ERM por região de forma isolada, dos valores obtidos em T2 foram diminuídos os valores obtidos em T1. A diferença encontrada entre os tempos para o AFZ corresponde à resposta esquelética na base óssea propriamente dita. A diferença encontrada para o AFA corresponde à soma da resposta na base óssea e da resposta no processo alveolar. A diferença encontrada para o AFD corresponde à soma



da resposta na base óssea, da resposta no processo alveolar e da resposta dentária. Portanto, foram realizados os seguintes cálculos:

1. Resposta esquelética = AFZ de T2 – AFZ de T1;
2. Resposta alveolar = (AFA de T2 – AFA de T1) – (AFZ de T2 – AFZ de T1);
3. Resposta dentária = (AFD de T2 – AFD de T1) – (AFA de T2 – AFA de T1).

Para mensurar os valores em termos percentuais, os valores encontrados acima foram divididos pelo valor da expansão total (AFD de T2 – AFD de T1) e multiplicados por 100.

Para avaliar as alterações ocorridas no período de contenção, dos valores de T3 foram diminuídos os valores obtidos em T2. Portanto, foram realizados os seguintes cálculos:

1. Recidiva esquelética = AFZ de T3 – AFZ de T2;
2. Recidiva alveolar = AFA de T3 – AFA de T2;
3. Recidiva dentária = AFD de T3 – AFD de T2.

Para mensurar os valores em termos percentuais, os valores encontrados acima foram divididos pelo valor da expansão em cada região (AFZ de T2 – AFZ de T1; AFA de T2 – AFA de T1; e AFD de T2 – AFD de T1) e multiplicados por 100.

### 3.5 Análise estatística

O *software* Jamovi versão 2.3.21 foi utilizado para a análise de dados. O nível de significância adotado foi de 5%. A normalidade da amostra foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk e, uma vez que algumas variáveis apresentaram valor de p baixo, optou-se por aplicar testes não paramétricos em todas as avaliações estatísticas. As características descritivas iniciais da amostra foram avaliadas através do teste de Mann-Whitney e do teste Exato de Fisher para verificar se os grupos eram semelhantes em T1 e, para avaliar o erro de método, foi calculado o Índice de Correlação Intraclasse (ICC). Foi realizado o teste de Wilcoxon para avaliar as alterações intra-grupo e o teste de Mann-Whitney para avaliar as diferenças entre os dois grupos, tanto de T1 para T2, quanto de T2 para T3.

#### 4 RESULTADOS

A amostra foi composta por 31 pacientes, sendo 17 no grupo HYRAX (média de idade de  $14,7 \pm 0,8$  anos; todas do sexo feminino) e 14 no grupo MARPE (média de idade de  $16,2 \pm 2$  anos; 8 do sexo feminino e 6 do sexo masculino). Os dados descritivos da amostra com as características iniciais de cada grupo podem ser vistos na tabela 1. O teste de Mann-Whitney mostrou que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos em relação a quantidade de ativação do expansor ( $p = 0,679$ ). Em ambos os grupos a média de abertura do expansor foi de 7 mm, sendo que no grupo HYRAX houve uma variação de abertura entre 5 mm e 9 mm, enquanto no grupo MARPE esta variação foi de 5 mm a 10 mm. Clinicamente, todos os pacientes apresentaram melhora da relação transversa posterior e foi possível observar a abertura do diastema entre os incisivos centrais durante a ERM. Devido à pandemia de Covid-19, uma paciente do grupo MARPE não teve o adequado acompanhamento estabelecido pelo estudo após ERM e, com isso, não foi incluída na avaliação após contenção (T3).

Tabela 1 – Dados descritivos da amostra

| Variáveis   | Grupo HYRAX                         | Grupo MARPE         | Valor de p |                    |
|---|-------------------------------------|---------------------|------------|--------------------|
| <b>Discrepância esquelética transversa (mm)</b>         | -2,55 ( $\pm 3,31$ )                | -0,4 ( $\pm 5,98$ ) | 0,311*     |                    |
| <b>Má oclusão (n)</b>                                   | Mordida cruzada unilateral          | 7 (41,2%)           | 6 (42,9%)  |                    |
|   | Mordida cruzada bilateral           | 10 (58,8%)          | 6 (42,9%)  | 0,293 <sup>+</sup> |
|   | Atresia maxilar sem mordida cruzada | 0 (0%)              | 2 (14,3%)  |                    |
| <b>Estágio de maturação das vértebras cervicais (n)</b> | CS5                                 | 11 (64,7%)          | 10 (71,4%) | 1,000 <sup>+</sup> |
|   | CS6                                 | 6 (35,3%)           | 4 (28,6%)  |                    |

Legenda: \*valor de p referente ao teste de Mann-Whitney; <sup>+</sup>valor de p referente ao teste Exato de Fisher.

O Índice de Correlação Intraclasse (ICC) foi maior do que 0,90 para a distância interfrontal (DIF) e para os 3 ângulos de interesse, demonstrando uma replicabilidade excelente do método.

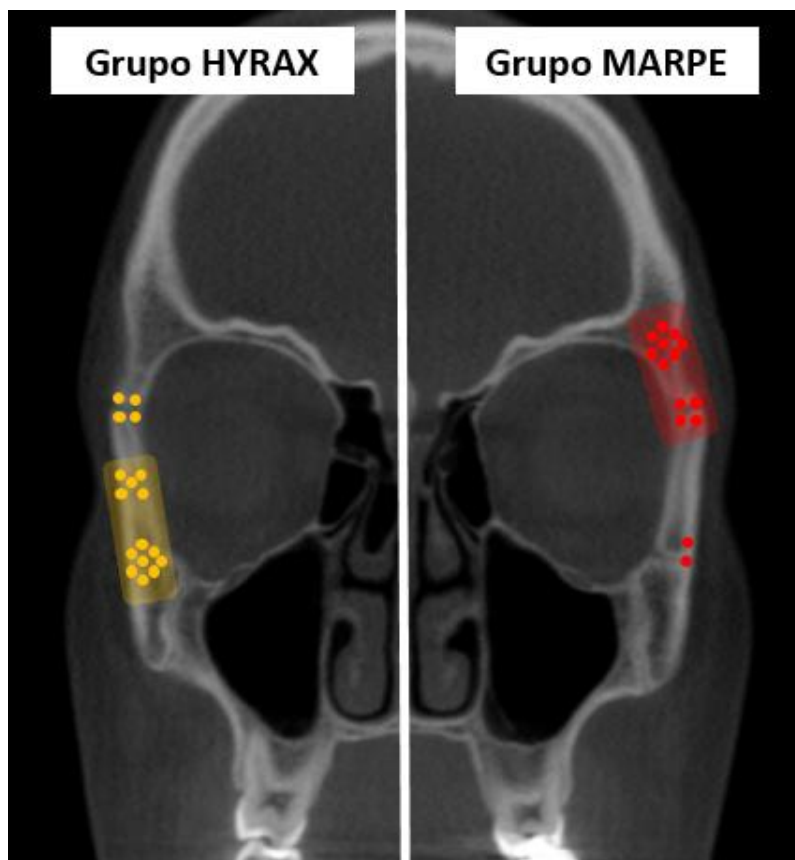
A altura do fulcro de rotação provocado pela ERM em ambos os grupos pode ser vista na figura 8 e na tabela 2. No grupo HYRAX, este ponto foi localizado na altura da sutura frontozigomática (SFZ) em quatro pacientes e abaixo da SFZ em 13 pacientes. No grupo MARPE, este ponto foi localizado na altura da SFZ em quatro pacientes, acima da SFZ em oito pacientes e abaixo da SFZ em apenas dois pacientes.

Tabela 2 – Altura do fulcro de rotação provocado pela ERM em ambos os grupos

| <b>Localização do fulcro de rotação</b>                             |                                 | <b>Grupo HYRAX</b>    | <b>Grupo MARPE</b>     |
|---|---------------------------------|-----------------------|------------------------|
| <b>Fulcro de rotação na altura da SFZ</b>                           | n                               | 4                     | 4                      |
| <b>Fulcro de rotação abaixo da SFZ - distância entre DIF e DIFM</b> | n                               | 13                    | 2                      |
|   | Média (mm)<br>(Mínimo / Máximo) | 18,76<br>(7,7 / 28,3) | 22,75<br>(17,1 / 28,4) |
| <b>Fulcro de rotação acima da SFZ - distância entre DIF e DIFM</b>  | n                               | 0                     | 8                      |
|   | Média (mm)<br>(Mínimo / Máximo) |                       | 7,7<br>(3,6 / 10,6)    |

Legenda: DIF – distância interfrontal; DIFM – distância interfrontal modificada; SFZ – sutura frontozigomática.

Figura 8 – Altura do fulcro de rotação provocado pela ERM em ambos os grupos



Legenda: Localização aproximada do fulcro de rotação nos 31 pacientes da amostra. Observe que no grupo HYRAX (em amarelo) a maioria dos pacientes teve o fulcro abaixo da SFZ, na região de encontro do processo frontal do zigomático com o processo maxilar do zigomático e o grupo MARPE (em vermelho) apresentou a maioria dos pacientes com o fulcro na altura da SFZ ou acima desta, próximo da região de concavidade da linha temporal.

Para as avaliações do resultado da ERM (T2 – T1) e da fase de contenção (T3 – T2), foi utilizada a média dos ângulos de ambos os lados para as avaliações propostas neste trabalho, uma vez que o teste de Wilcoxon mostrou que não houve diferença entre os lados direito e esquerdo para cada um dos grupos. Para interpretação dos resultados angulares por região, os ângulos foram ajustados conforme mencionado acima, tanto para avaliação do resultado da ERM (Tabela 3) quanto para avaliação da fase de contenção (Tabela 4) em ambos os grupos, e os valores percentuais foram calculados. No grupo HYRAX, observou-se que 47% da resposta obtida foi de origem dentária, 20% de origem alveolar e 33% de origem esquelética, enquanto no grupo MARPE a resposta esquelética foi de 70%, a resposta alveolar foi de 18% e a resposta dentária foi de 12%. Em relação à fase de contenção, o grupo HYRAX apresentou recidiva de 50% na região esquelética, 53% na região alveolar e 32% na região dentária, enquanto o grupo MARPE

apresentou recidiva de 41% na região esquelética, 27% na região alveolar e 28% na região dentária. A figura 9 ilustra o total de expansão e o grau de recidiva por região.

Tabela 3 – Resposta esquelética, alveolar e dentária após ERM (T2 – T1) em ambos os grupos

| Grupos                 | Ângulos de interesse<br>(T2 - T1) |       |       | Resposta<br>esquelética | Resposta<br>alveolar | Resposta<br>dentária |
|------------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------------------------|----------------------|----------------------|
|                        | AFZ                               | AFA   | AFD   | AFZ                     | AFA - AFZ            | AFD - AFA            |
| <b>Grupo<br/>HYRAX</b> | 1,09°                             | 1,77° | 3,31° | 1,09°<br>(33%)          | 0,68°<br>(20%)       | 1,54°<br>(47%)       |
| <b>Grupo<br/>MARPE</b> | 2°                                | 2,52° | 2,86° | 2°<br>(70%)             | 0,52°<br>(18%)       | 0,34°<br>(12%)       |

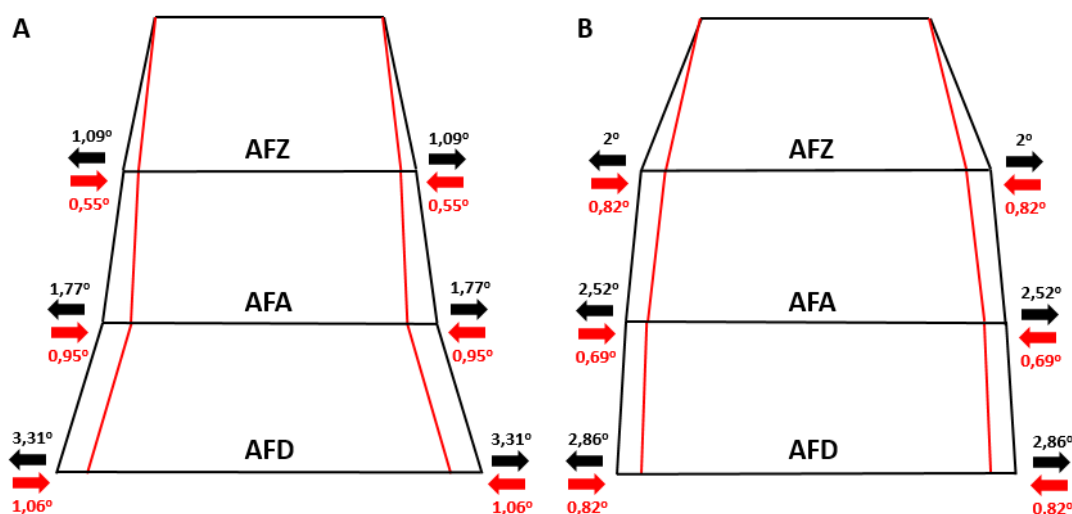
Legenda: AFZ – ângulo frontozigomático; AFA – ângulo frontoalveolar; AFD – ângulo frontodentário.

Tabela 4 – Recidiva da resposta esquelética, alveolar e dentária após fase de contenção (T3 – T2) em ambos os grupos

| Grupos                 | Recidiva da<br>resposta esquelética<br>(T3 - T2) | Recidiva da<br>resposta alveolar<br>(T3 - T2) | Recidiva da<br>resposta dentária<br>(T3 - T2) |
|------------------------|--|---|---|
|                        | AFZ  | AFA   | AFD   |
| <b>Grupo<br/>HYRAX</b> | -0,55°<br>(50%)                                  | -0,95°<br>(53%)                               | -1,06°<br>(32%)                               |
| <b>Grupo<br/>MARPE</b> | -0,82°<br>(41%)                                  | -0,69°<br>(27%)                               | -0,82°<br>(28%)                               |

Legenda: AFZ – ângulo frontozigomático; AFA – ângulo frontoalveolar; AFD – ângulo frontodentário.

Figura 9 – Diagrama com o total de expansão e o grau de recidiva por região em ambos os grupos



Legenda: Alterações transversas no grupo HYRAX (A) e no grupo MARPE (B). Os valores em preto representam a diferença de T2 – T1 e os valores em vermelho representam a diferença de T3 – T2. AFZ – ângulo frontozigomático; AFA – ângulo frontoalveolar; AFD – ângulo frontodentário.

Na avaliação intra-grupo, o grupo HYRAX mostrou diferenças estatisticamente significativas nas três regiões tanto após a fase ativa da ERM (Tabela 5) quanto após a fase de contenção (Tabela 6). Já o grupo MARPE apresentou um valor de p maior para a resposta dentária em comparação com as demais regiões após a fase ativa da ERM (Tabela 7), porém as três regiões avaliadas apresentaram recidiva estatisticamente significativa após a fase de contenção (Tabela 8).

Tabela 5 – Avaliação da resposta à ERM (T2 – T1) nas três regiões de interesse no grupo HYRAX

| Região avaliada                      | Média (DP)                 | Mínimo | Máximo | Valor de p* |
|--------------------------------------|----------------------------|--------|--------|-------------|
| <b>Resposta esquelética (AFZ)</b>    | 1,09° ( $\pm 0,4^\circ$ )  | 0,2°   | 2,15°  | < 0,001     |
| <b>Resposta alveolar (AFA - AFZ)</b> | 0,68° ( $\pm 0,36^\circ$ ) | 0,2°   | 1,35°  | < 0,001     |
| <b>Resposta dentária (AFD - AFA)</b> | 1,54° ( $\pm 0,69^\circ$ ) | 0,35°  | 3,2°   | < 0,001     |

Legenda: \*valor de p referente ao teste de Wilcoxon; AFZ – ângulo frontozigomático; AFA – ângulo frontoalveolar; AFD – ângulo frontodentário.

Tabela 6 – Avaliação da recidiva após fase de contenção (T3 – T2) nas três regiões de interesse no grupo HYRAX

| <b>Região avaliada</b>            | <b>Média (DP)</b>     | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> | <b>Valor de p*</b> |
|-----------------------------------|-----------------------|---------------|---------------|--------------------|
| <b>Recidiva esquelética (AFZ)</b> | -0,55° ( $\pm$ 0,27°) | -1°           | -0,15°        | < 0,001            |
| <b>Recidiva alveolar (AFA)</b>    | -0,95° ( $\pm$ 0,52°) | -1,55°        | -0,25°        | < 0,001            |
| <b>Recidiva dentária (AFD)</b>    | -1,06° ( $\pm$ 0,58°) | -2,3°         | -0,05°        | < 0,001            |

Legenda: \*valor de p referente ao teste de Wilcoxon; AFZ – ângulo frontozigomático; AFA – ângulo frontoalveolar; AFD – ângulo frontodentário.

Tabela 7 – Avaliação da resposta à ERM (T2 – T1) nas três regiões de interesse no grupo MARPE

| <b>Região avaliada</b>               | <b>Média (DP)</b>    | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> | <b>Valor de p*</b> |
|--------------------------------------|----------------------|---------------|---------------|--------------------|
| <b>Resposta esquelética (AFZ)</b>    | 2° ( $\pm$ 0,94°)    | 0,5°          | 3,4°          | < 0,001            |
| <b>Resposta alveolar (AFA - AFZ)</b> | 0,52° ( $\pm$ 0,47°) | 0,1°          | 1,75°         | 0,001              |
| <b>Resposta dentária (AFD - AFA)</b> | 0,34° ( $\pm$ 0,66°) | -1,2°         | 1,55°         | 0,033              |

Legenda: \*valor de p referente ao teste de Wilcoxon; AFZ – ângulo frontozigomático; AFA – ângulo frontoalveolar; AFD – ângulo frontodentário.

Tabela 8 – Avaliação da recidiva após fase de contenção (T3 – T2) nas três regiões de interesse no grupo MARPE

| <b>Região avaliada</b>            | <b>Média (DP)</b>     | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> | <b>Valor de p*</b> |
|-----------------------------------|-----------------------|---------------|---------------|--------------------|
| <b>Recidiva esquelética (AFZ)</b> | -0,82° ( $\pm$ 0,48°) | -1,8°         | -0,15°        | 0,002              |
| <b>Recidiva alveolar (AFA)</b>    | -0,68° ( $\pm$ 0,53°) | -2°           | -0,05°        | 0,002              |
| <b>Recidiva dentária (AFD)</b>    | -0,82° ( $\pm$ 0,47°) | -2,05°        | -0,15°        | 0,002              |

Legenda: \*valor de p referente ao teste de Wilcoxon; AFZ – ângulo frontozigomático; AFA – ângulo frontoalveolar; AFD – ângulo frontodentário.

Na comparação entre os dois grupos, foi observada diferença estatisticamente significativa na resposta esquelética e na resposta dentária após ERM, sendo o grupo MARPE apresentando maior resposta esquelética e o grupo HYRAX apresentando

maior resposta dentária (Tabela 9). Já após a fase de contenção, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos nas três regiões avaliadas (Tabela 10).

Tabela 9 – Comparação de ambos os grupos em relação à resposta à ERM (T2 – T1) nas três regiões de interesse

| Região avaliada                      | Grupos      | Média (DP)                 | Mínimo | Máximo | Valor de p* |
|--------------------------------------|-------------|----------------------------|--------|--------|-------------|
| <b>Resposta esquelética (AFZ)</b>    | Grupo HYRAX | 1,09° ( $\pm 0,4^\circ$ )  | 0,2°   | 2,15°  | 0,005       |
|                                      | Grupo MARPE | 2° ( $\pm 0,94^\circ$ )    | 0,5°   | 3,4°   |             |
| <b>Resposta alveolar (AFA - AFZ)</b> | Grupo HYRAX | 0,68° ( $\pm 0,36^\circ$ ) | 0,2°   | 1,35°  | 0,146       |
|                                      | Grupo MARPE | 0,52° ( $\pm 0,47^\circ$ ) | 0,1°   | 1,75°  |             |
| <b>Resposta dentária (AFD - AFA)</b> | Grupo HYRAX | 1,54° ( $\pm 0,69^\circ$ ) | 0,35°  | 3,2°   | < 0,001     |
|                                      | Grupo MARPE | 0,34° ( $\pm 0,66^\circ$ ) | -1,2°  | 1,55°  |             |

Legenda: \*valor de p referente ao teste de Mann-Whitney; AFZ – ângulo frontozigomático; AFA – ângulo frontoalveolar; AFD – ângulo frontodentário.

Tabela 10 – Comparação de ambos os grupos em relação à recidiva após fase de contenção (T3 – T2) nas três regiões de interesse

| Região avaliada                   | Grupos      | Média (DP)                  | Mínimo | Máximo | Valor de p* |
|-----------------------------------|-------------|-----------------------------|--------|--------|-------------|
| <b>Recidiva esquelética (AFZ)</b> | Grupo HYRAX | -0,55° ( $\pm 0,27^\circ$ ) | -1°    | -0,15° | 0,142       |
|                                   | Grupo MARPE | -0,82° ( $\pm 0,48^\circ$ ) | -1,8°  | -0,15° |             |
| <b>Recidiva alveolar (AFA)</b>    | Grupo HYRAX | -0,95° ( $\pm 0,52^\circ$ ) | -1,55° | -0,25° | 0,18        |
|                                   | Grupo MARPE | -0,68° ( $\pm 0,53^\circ$ ) | -2°    | -0,05° |             |
| <b>Recidiva dentária (AFD)</b>    | Grupo HYRAX | -1,06° ( $\pm 0,58^\circ$ ) | -2,3°  | -0,05° | 0,294       |
|                                   | Grupo MARPE | -0,82° ( $\pm 0,47^\circ$ ) | -2,05° | -0,15° |             |

Legenda: \*valor de p referente ao teste de Mann-Whitney; AFZ – ângulo frontozigomático; AFA – ângulo frontoalveolar; AFD – ângulo frontodentário.



## 5 DISCUSSÃO

Para avaliar os efeitos do tratamento com ERM, pesquisas foram realizadas utilizando-se modelos de estudo (BERGER et al., 1998; CANAN; SENISIK, 2017; CHANE-FANE; DARQUÉ, 2015; CHOI et al., 2016; MOHAN et al., 2016) ou radiografias cefalométricas de perfil ou frontal (ARAS et al., 2017; BACCETTI et al., 2001; BERGER et al., 1998; CHOI et al., 2016; HOURFAR et al., 2016; OZBEK et al., 2009). Entretanto, estes exames produzem informações limitadas quanto às alterações na região da maxila e a identificação das estruturas dentárias e esqueléticas é imprecisa (LIN et al., 2015). As tomografias computadorizadas, por sua vez, permitem uma avaliação adequada do complexo nasomaxilar, sem distorções ou sobreposições das estruturas dentárias e esqueléticas (GORGULU et al., 2011; LIN et al., 2015). Com isso, parecem ser exames mais elucidativos para estudos que se propõem a avaliar os efeitos da ERM, como já utilizados por pesquisas publicadas na literatura que utilizaram de três a quatro tomografias computadorizadas para avaliar não apenas os resultados imediatos da ERM, como também a estabilidade da mesma (BAZARGANI et al., 2021; CHUN et al., 2022; LAGRAVERE et al., 2010; LAGRAVERE et al., 2013; METHA et al., 2022).

Desde que a técnica MARPE foi desenvolvida, muitas pesquisas foram realizadas para comparar seus resultados com a técnica de expansão ortopédica convencional em adolescentes (ALTIERI; CASSETTA, 2022; CANAN; SENISIK, 2017; CELENK-KOCA et al., 2018; CHANE-FANE; DARQUÉ, 2015; CHUN et al., 2022; JIA et al., 2021; LAGRAVERE et al., 2010; LIN et al., 2015; METHA et al., 2022; MOSLEH et al., 2015; TOKLU; GERMEC-CAKAN; TOZLU, 2015). Sabe-se que a expansão dento-suportada apresenta resultados satisfatórios em crianças e que, em pacientes adultos, aumentam as chances de efeitos adversos, como inclinação dentária e problemas nos tecidos de suporte, fazendo com que a SARPE esteja indicada em alguns casos. Entretanto, o limite de idade para que a expansão ortopédica convencional seja realizada sem grandes efeitos adversos ainda não é bem estabelecido para os ortodontistas clínicos (KORBMACHER et al., 2005) e, por isso, pode ser que a expansão com auxílio de ancoragem esquelética nos adolescentes e adultos jovens possa estar bem indicada, com intuito de diminuir ou eliminar estes efeitos indesejáveis e diminuir os casos em que somente a SARPE esteja indicada. Ladewig et al. (2018) ao encontrarem uma alta prevalência do estágio C de maturação da SPM em pacientes entre 16 e 20 anos de

idade, concluíram que estudos que avaliassem o bom prognóstico da expansão maxilar neste grupo de pacientes estaria indicado.

Não há um consenso na literatura em relação ao protocolo de ativação do parafuso expensor na técnica MARPE. Apesar de no grupo HYRAX o protocolo de ativação adotado neste trabalho ter sido de duas ativações diárias, o que parece estar bem consolidado na literatura (HAAS, 1961), no grupo MARPE foi estabelecido o protocolo de apenas uma ativação diária, seguindo outros trabalhos descritos na literatura (CUNHA et al., 2017; CHUN et al., 2022; LEE et al., 2010; LIM et al., 2017; PARK et al., 2017; SHIN et al., 2019), com objetivo de ser mais cauteloso devido à presença de ancoragem esquelética neste grupo (LAGRAVERE et al., 2010). De forma semelhante, também não há um consenso na literatura em relação ao tempo de contenção necessário após ERM. O protocolo de seis meses de contenção utilizado em ambos os grupos neste estudo foi aquele que parece ser o mais utilizado em trabalhos prévios (ALTIERI; CASSETTA, 2022; BALLANTI et al., 2010; BAZARGANI et al., 2021; CANAN; SENISIK, 2017; CELENK-KOCA et al., 2018; COSTA et al., 2017; GORGULU et al., 2011; PINHEIRO et al., 2014; RUTILI et al., 2021; SOKUCU et al., 2009).

Foi estabelecido que a ativação do aparelho em ambos os grupos iria até o momento em que a cúspide palatina do primeiro molar superior ocluisse na cúspide vestibular do molar inferior, assim como descrito em outros trabalhos (BAZARGANI et al., 2021; CHANE-FANE; DARQUÉ, 2015; JIA et al., 2021; LAGRAVERE et al., 2010; TOKLU; GERMEC-CAKAN; TOZLU, 2015). Entretanto, isto faz com que alguns pacientes ativem mais seu aparelho expensor do que outros, devido às características iniciais da má oclusão de cada um. Uma forma de eliminar este viés de avaliação seria definir previamente a quantidade exata de expansão que cada paciente deveria realizar, independentemente do tipo de expensor e da má oclusão inicial (ALTIERI; CASSETTA, 2022; CHUN et al., 2022; MOSLEH et al., 2015). Assim, para tentar minimizar este viés, foram selecionados pacientes com características iniciais da má oclusão semelhantes, o que permitiu que ambos os grupos tivessem a mesma média de abertura do expensor (7 mm), não apresentando diferença estatisticamente significativa entre os grupos em relação a esta variável.

Apesar do grupo HYRAX ser formado apenas por pacientes do sexo feminino e o grupo MARPE ter oito pacientes do sexo feminino e seis pacientes do sexo masculino, alguns trabalhos na literatura mostraram que não há diferença em relação ao sexo no resultado da ERM (BAZARGANI et al., 2021; CANTARELLA et al., 2017; COLAK et

al., 2020; HARALAMBIDIS et al., 2009; JIA et al., 2021). Jeon et al. (2022) relataram que a abertura da SPM em pacientes do sexo masculino pode ser menos previsível, porém em pacientes até 20 anos de idade os autores não encontraram diferença na frequência de abertura da SPM entre ambos os sexos. Além disso, o presente trabalho buscou assemelhar os grupos em relação às outras características iniciais, como idade e estágio de maturação das vértebras cervicais, que são fatores que podem interferir no resultado da ERM (BACCETTI et al., 2001; BISHARA et al., 1997; GORDON et al., 2009; LADEWIG et al., 2018; SHIN et al., 2019). Outra diferença entre os grupos seria no formato do aparelho expensor, com a presença de uma extensão em aço nas superfícies palatina e vestibular dos pré-molares e caninos superiores no grupo HYRAX, que o grupo MARPE não apresentou. Mesmo que esta característica do aparelho pudesse interferir nos resultados no nível dentário, esta região média do arco superior não foi avaliada, sendo incluída nesta pesquisa apenas a avaliação na região dos primeiros molares superiores.

A maioria dos estudos que comparam a técnica MARPE com a técnica de expansão ortopédica convencional usou em sua metodologia medidas lineares ou angulares a partir de pontos anatômicos arbitrários para comparar os resultados esqueléticos e dentoalveolares encontrados (ALTIERI; CASSETTA, 2022; BAZARGANI et al., 2021; CELENK-KOCA et al., 2018; CHANE-FANE; DARQUÉ, 2015; CHUN et al., 2022; JIA et al., 2021; LAGRAVERE et al., 2010; LIN et al., 2015; METHA et al., 2022; MOSLEH et al., 2015; TOKLU; GERMEC-CAKAN; TOZLU, 2015). Paredes et al. (2020) propuseram um método de medição destes efeitos utilizando medidas angulares a partir do fulcro de rotação do complexo zigomático-maxilar previamente definido, uma vez que somente assim seria possível uma clara interpretação dos efeitos da ERM nas regiões de interesse. Os autores aplicaram esta metodologia apenas em uma amostra tratada com a técnica MARPE e identificaram que o fulcro de rotação está localizado próximo à sutura frontozigomática em ambos os lados. Além disso, pontuaram que cada aparelho expensor apresenta um fulcro de rotação diferente, que deve ser previamente identificado, para que os resultados da ERM sejam mensurados. Os autores avaliaram os efeitos da expansão após três semanas de finalizada a expansão, não avaliando, portanto, a estabilidade destes resultados após o período de contenção adequado. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi aplicar esta metodologia para comparar uma amostra tratada tanto com a técnica MARPE quanto

com a técnica ortopédica convencional utilizando o expansor hyrax, e avaliar estes resultados após a fase de contenção da ERM.

O presente estudo encontrou diferença na localização do fulcro de rotação do complexo zigomático-maxilar entre os pacientes tratados com expansor hyrax e com a técnica MARPE. No grupo HYRAX, em 13 pacientes este ponto foi localizado abaixo da SFZ, sendo a maioria destes na região de encontro do processo frontal do zigomático com o processo maxilar do zigomático. No grupo MARPE, este ponto foi localizado na altura da SFZ em quatro pacientes e acima da SFZ em oito pacientes, próximo da região de concavidade da linha temporal. Esta diferença pode indicar que a presença da ancoragem esquelética no segundo grupo faz com que a força de expansão atinja níveis mais altos da base esquelética, o que justifica a maior resposta esquelética nesta técnica do que na técnica dento-suportada. De forma semelhante, Paredes et al. (2020) relataram que, dos 39 pacientes avaliados após expansão com a técnica MARPE, 20 apresentaram o fulcro de rotação na altura da SFZ e 19 apresentaram este ponto ligeiramente acima da SFZ. Em contrapartida, Jia et al. (2021) relataram que este fulcro de rotação em ambas as técnicas estaria localizado na mesma altura, apesar de não terem realizado medidas angulares específicas para tal afirmativa e, em relação à expansão dento-suportada, a sutura frontomaxilar já foi mencionada em estudos anteriores como sendo o fulcro de rotação da expansão (BISHARA; STALEY, 1987). Novos estudos que busquem avaliar a localização do fulcro de rotação do complexo zigomático-maxilar em ambas as técnicas estão indicados para confirmar os achados do presente trabalho, visto que o tamanho pequeno desta amostra pode interferir na interpretação dos resultados. Além disso, a variabilidade individual que pode ocorrer devido a outros fatores, independente da técnica utilizada, deve ser considerada como um fator determinante para estabelecer o centro de rotação em cada caso.

Ambos os grupos foram eficientes na correção da má oclusão transversa inicial, porém o grupo HYRAX apresentou maior resposta dentária (47%; 1,54°) do que alveolar (20%; 0,68°) e esquelética (33%; 1,09°), enquanto o grupo MARPE apresentou maior resposta esquelética (70%; 2°) do que alveolar (18%; 0,52°) e dentária (12%; 0,34°), sendo esta diferença entre os grupos estatisticamente significativa. Ao avaliar a técnica MARPE, Paredes et al. (2020) encontraram que a resposta esquelética foi, em média, 96% (2,87°), a resposta alveolar foi, em média, 0,3% (0,01°) e a resposta dentária foi, em média, 3,7% (0,11°), enfatizando ainda mais a preponderância da resposta esquelética

nesta técnica em relação à resposta dentoalveolar quando comparado aos resultados do presente estudo.

Altieri e Cassetta (2022) também utilizaram como referência a sutura zigomático-maxilar para avaliar a resposta esquelética e, apesar de terem realizado medidas lineares e não angulares, encontraram maior aumento transversal no grupo tratado com a técnica MARPE (8,15 mm) do que no grupo tratado com expansor dento-suportado (4,8 mm), corroborando os resultados deste estudo. Em contrapartida, Chun et al. (2022) não encontraram diferença estatisticamente significativa em relação ao aumento transversal na altura da sutura zigomático-maxilar, ao realizarem medidas lineares, tanto no grupo tratado com hyrax (1,04 mm) quanto no grupo tratado com a técnica MARPE (1,49 mm).

Para avaliar a região alveolar, Paredes et al. (2020) utilizaram como referência o ápice da raiz disto-vestibular do primeiro molar superior. Entretanto, uma vez que o corte coronal da tomografia nos três tempos de avaliação nem sempre coincidia com esta referência, o presente estudo utilizou o ponto jugal da maxila como referência para avaliar a região alveolar, como já descrito na literatura previamente (CHANE-FANE; DARQUÉ, 2015; MOSLEH et al., 2015), para tornar a metodologia mais precisa. Em ambos os grupos, a resposta alveolar foi estatisticamente significativa, porém clinicamente pouco relevante (grupo HYRAX: 0,68°; grupo MARPE: 0,52°), sendo que não houve diferença estatística entre os grupos, assim como demonstrado por outros estudos que realizaram medidas lineares desta região (CHANE-FANE; DARQUÉ, 2015; MOSLEH et al., 2015).

Apesar de Paredes et al. (2020) considerarem que o ângulo frontodentário (AFD) proposto por sua metodologia indica o grau de inclinação dentária, é importante ressaltar que da forma como foi avaliado, esta interpretação diz respeito às alterações de posição do primeiro molar, que pode ser resultado tanto do movimento de translação quanto do movimento de inclinação, assim como um somatório dos dois movimentos. Para avaliar a inclinação dentária propriamente dita neste corte coronal da tomografia, seria necessário incluir mais um ponto de avaliação no longo eixo do dente de interesse e medir este novo ângulo. Somado a isto, para estudos futuros que busquem informações de relevância clínica, seria interessante avaliar além da resposta dentária e esquelética, através de tomografias, os possíveis resultados da expansão nas estruturas periodontais.

Em relação à estabilidade do tratamento após seis meses de contenção, apesar de ambas as técnicas terem apresentado recidivas estatisticamente significativas na região

esquelética (grupo HYRAX: 0,55°; grupo MARPE: 0,82°), alveolar (grupo HYRAX: 0,95°; grupo MARPE: 0,68°) e dentária (grupo HYRAX: 1,06°; grupo MARPE: 0,82°), observa-se que esta recidiva é maior na base esquelética (grupo HYRAX: 50%; grupo MARPE: 41%) do que na região dentária (grupo HYRAX: 32%; grupo MARPE: 28%), demonstrando que ambas as técnicas de ERM podem ser consideradas estáveis clinicamente, não havendo diferença entre os grupos. Chun et al. (2022) também encontraram recidivas na região esquelética tanto na expansão dento-suportada quanto na expansão dento-ósseo suportada, enquanto Canan e Senisik (2017) relataram uma leve recidiva na região dentária em ambas as técnicas, corroborando com os resultados do presente estudo. A similaridade na estabilidade de ambas as modalidades de ERM também foi relatada por Bazargani et al. (2021) e por Ahmida et al. (2023), que relataram não haver diferença no grau de abertura das suturas faciais, exceto na expansão ósseo-suportada que resultou em maiores distâncias da SPM a longo prazo.

De acordo com os resultados encontrados na presente pesquisa, observa-se que, apesar da técnica MARPE proporcionar maior resposta esquelética e a expansão dento-suportada com hyrax maior resposta dentária, clinicamente esta diferença pode não ser relevante. Somado à isto, considerando que na fase de contenção grande parte da resposta esquelética sofre recidiva e que não há diferença clínica no grau de estabilidade da correção da má oclusão inicial na região dentária entre os grupos, a indicação da técnica MARPE em pacientes adolescentes com as características desta amostra deve ser restrita aos casos limítrofes para expansão do arco superior, em que o ortodontista deseja o mínimo movimento dentário possível, seja por comprometimento periodontal pré-existente ou por uma inclinação dentária compensatória significativa ao início do tratamento. Ao avaliar a relação custo-benefício das duas modalidades de ERM, deve-se considerar que a técnica MARPE apresenta maiores custos e riscos envolvidos (ALTIERI; CASSETTA, 2022; BAZARGANI et al., 2021; YOON et al., 2022) do que a técnica dento-suportada convencional, o que faz com que a mesma não esteja indicada para todos os casos.

Apesar das limitações relacionadas ao desenho de estudo e formação dos grupos, espera-se com este trabalho que, a partir das tomografias computadorizadas coletadas e aplicação da metodologia de mensuração que parece ser a mais elucidativa para avaliar os resultados do tratamento por região de interesse, colaborar no conhecimento científico dos reais efeitos esqueléticos e dentoalveolares do tratamento com ambas as técnicas, assim como da estabilidade das mesmas, em pacientes pós-surto de crescimento puberal

que apresentam deficiência transversa de maxila, para que cada modalidade de expansão seja bem indicada na prática clínica do ortodontista.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados encontrados por esta pesquisa, conclui-se que:

- A. Expansão dento-óssea suportada (técnica MARPE) resulta em maior resposta à expansão no nível da base óssea da maxila do que no nível dos primeiros molares superiores, enquanto a expansão dento-suportada com expansor hyrax apresenta maior resposta dentária do que esquelética, não havendo diferença entre os grupos em relação à região do processo alveolar da maxila;
- B. Não há diferença entre os grupos na estabilidade da expansão após seis meses de contenção, sendo ambas as técnicas de expansão rápida da maxila consideradas estáveis na correção da deficiência transversa;
- C. No corte coronal, a expansão dento-óssea suportada (técnica MARPE) apresenta o fulcro de rotação do complexo zigomático-maxilar localizado na região da sutura frontozigomática ou acima desta, enquanto a expansão dento-suportada com expansor hyrax apresenta o fulcro de rotação abaixo da sutura frontozigomática, próximo à região de encontro do processo frontal do zigomático com o processo maxilar do zigomático;
- D. Clinicamente, apesar de ambas as técnicas terem sido eficientes na correção da deficiência transversa inicial, a diferença no resultado encontrado entre os grupos sugere que a expansão dento-óssea suportada (técnica MARPE) deve ser indicada para casos limítrofes, onde se deseja o mínimo de movimentação dentária compensatória.



## REFERÊNCIAS

- ABEDINI, S. et al. Three-dimensional soft tissue analysis of the face following micro-implant-supported maxillary skeletal expansion. *Prog. Orthod.*, v. 19, n. 46, p. 1-10, 2018.
- AGOSTINO, P. et al. Orthodontic treatment for posterior crossbites (Review). *Cochrane Database of Syst. Rev.*, v. 8, p. 1-59, 2014.
- AHMIDA, A. et al. Short-term and long-term effects of miniscrew-assisted and conventional rapid palatal expansion on the cranial and circummaxillary sutures. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, p. e1-e12, article in press, 2023.
- ALMUZIAN, M. et al. Does rapid maxillary expansion affect nasopharyngeal airway? A prospective Cone Beam Computerised Tomography (CBCT) based study. *Surgeon*, v. 16, n. 1, p. 1-11, 2018.
- ALTIERI, F.; CASSETTA, M. Comparison of changes in skeletal, dentoalveolar, periodontal, and nasal structures after tooth-borne or boneborne rapid maxillary expansion: A parallel cohort study. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 161, n. 4, p. e336-e344, 2022.
- ANDRÉ, C. B. et al. Stress distribution and displacement of three different types of micro-implant assisted rapid maxillary expansion (MARME): a three-dimensional finite element study. *Prog. Orthod.*, v. 22, n. 20, p. 1-12, 2021.
- ANGELIERI, F. et al. Cone beam computed tomography evaluation of midpalatal suture maturation in adults. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, v. 46, n. 12, p. 1557-1561, 2017.
- ANGELIERI, F. et al. Diagnostic performance of skeletal maturity for the assessment of midpalatal suture maturation. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 148, n. 6, p. 1010-1016, 2015.
- ANGELIERI, F. et al. Midpalatal suture maturation: Classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 144, n. 5, p. 759-769, 2013.
- ANGELL, E. H. Treatment of irregularity of the permanent or adult teeth. *Dental Cosmos*, p. 540-544/599-600, 1860.
- ARAS, I. et al. The effects of maxillary expansion on the soft tissue facial profile. *J. Istanbul Univ. Fac. Dent.*, v. 51, n. 3, p. 1-10, 2017.
- ARTESE, A. et al. Critérios para o diagnóstico e tratamento estável da mordida aberta anterior. *Dental Press J. Orthod.*, v. 16, n. 3, 136-161, 2011.
- BACCETTI, T. et al. Treatment timing for rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.*, v. 71, n. 5, p. 343-350, 2001.

BACCETTI, T.; FRANCHI, L.; MCNAMARA, J. A. The Cervical Vertebral Maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Semin. Orthod.*, v. 11, n. 3, p. 119–129, 2005.

BACCETTI, T.; FRANCHI, L.; MCNAMARA, J. A. Jr. Treatment and posttreatment craniofacial changes after rapid maxillary expansion and facemask therapy. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 118, n. 4, p. 404-413, 2000.

BALLANTI, F. et al. Treatment and posttreatment skeletal effects of rapid maxillary expansion investigated with low-dose computed tomography in growing subjects. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 138, n. 3, p. 311-317, 2010.

BARATIERI, C. et al. Changes in skeletal and dental relationship in Class II Division I malocclusion after rapid maxillary expansion: a prospective study. *Dental Press J. Orthod.*, v. 19, n. 3, p. 75-81, 2014.

BAZARGANI, F. et al. Skeletal and dentoalveolar effects using tooth-borne and tooth-bone-borne RME appliances: a randomized controlled trial with 1-year follow-up. *Eur. J. Orthod.*, v. 43, n. 3, p. 245-253, 2021.

BAZARGANI, F.; MAGNUSON, A.; LUDWIG, B. Effects on nasal airflow and resistance using two different RME appliances: a randomized controlled trial. *Eur. J. Orthod.*, v. 40, n. 3, p. 281-284, 2018.

BERGER, J. L. et al. Stability of orthopedic and surgically assisted rapid palatal expansion over time. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 114, n. 6, p. 638-645, 1998.

BICAKCI, A. A. et al. Nasal Airway Changes Due to Rapid Maxillary Expansion Timing. *Angle Orthod.*, v. 75, n. 1, p. 1-6, 2005.

BIEDERMAN, W. A hygienic appliance for rapid expansion. *J. Pract. Orthod.*, v. 2, n. 2, p. 67-70, 1968.

BISHARA, S. E. et al. Arch width changes from 6 weeks to 45 years of age. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 111, n. 4, p. 401-409, 1997.

BISHARA, S. E.; STALEY, R. N. Maxillary expansion: Clinical implications. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 91, n. 1, p. 3-14, 1987.

BRUNETTO, D. P. et al. Mini-implant assisted rapid palatal expansion (MARPE) effects on adult obstructive sleep apnea (OSA) and quality of life: a multi-center prospective controlled trial. *Prog. Orthod.*, v. 23, n. 3, p. 1-11, 2022.

BRUNETTO, D. P. et al. Non-surgical treatment of transverse deficiency in adults using Microimplant-assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE). *Dental Press J. Orthod.*, v. 22, n. 1, p. 110-125, 2017.

BUSCHANG, P. H. Maxillomandibular expansion: Short-term relapse potential and long-term stability. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 129, n. 4, p. S75-S79, 2006.

CANAN, S.; SENISIK, N. E. Comparison of the treatment effects of different rapid maxillary expansion devices on the maxilla and the mandible. Part 1: Evaluation of dentoalveolar changes. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 151, n. 6, p. 1125-1138, 2017.

CANTARELLA, D. et al. A New Methodology for the Digital Planning of Micro-Implant-Supported Maxillary Skeletal Expansion. *Med. Devices: Evid. Res.*, v. 13, p. 93-106, 2020.

CANTARELLA, D. et al. Changes in the midpalatal and pterygopalatine sutures induced by microimplant-supported skeletal expander, analyzed with a novel 3D method based on CBCT imaging. *Prog. Orthod.*, v. 18, n. 34, p. 1-12, 2017.

CANTARELLA, D. et al. Midfacial changes in the coronal plane induced by microimplant-supported skeletal expander, studied with cone-beam computed tomography images. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 154, n. 3, p. 337-345, 2018a.

CANTARELLA, D. et al. Zygomaticomaxillary modifications in the horizontal plane induced by micro-implant supported skeletal expander, analyzed with CBCT images. *Prog. Orthod.*, v. 19, n. 41, p. 1-8, 2018b.

CAPPELLETTE, M. Jr. et al. Rinometria acústica em crianças submetidas à disjunção maxilar. *R. Dental Press Ortodon. Ortop. Facial*, v. 11, n. 2, p. 84-92, 2006.

CAPRIOGLIO, A. et al. Rapid maxillary expansion in growing patients: Correspondence between 3-dimensional airway changes and polysomnography. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.*, v. 78, p. 23-27, 2014.

CARLSON, C. et al. Microimplant-assisted rapid palatal expansion appliance to orthopedically correct transverse maxillary deficiency in an adult. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 149, n. 5, p. 716-728, 2016.

CARVALHO, A. P. M. C. et al. Assessment of changes in smile after rapid maxillary expansion. *Dental Press J. Orthod.*, v. 17, n. 5, p. 94-101, 2012.

CELENK-KOCA, T. et al. Evaluation of miniscrew-supported rapid maxillary expansion in adolescents: A prospective randomized clinical trial. *Angle Orthod.*, 2018.

CEVIDANES, L. H. S. Superimposition of 3D cone-beam CT models of orthognathic surgery patients. *Dentomaxillofac. Radiol.*, v. 34, n. 6, p. 369-375, 2005.

CHANE-FANE, C.; DARQUÉ, F. Rapid maxillary expansion assisted by palatal mini-implants in adolescents – Preliminary study. *International Orthod.*, v. 13, p. 96-111, 2015.

CHOI, J. Y. et al. Prevalence of posterior alveolar bony dehiscence and fenestration in adults with posterior crossbite: a CBCT study. *Prog. Orthod.*, v. 21, n. 8, p. 1-14, 2020.

CHOI, S. et al. Nonsurgical miniscrew-assisted rapid maxillary expansion results in acceptable stability in young adults. *Angle Orthod.*, v. 86, n. 5, p. 713-720, 2016.

CHUN, J. et al. Skeletal and alveolar changes in conventional rapid palatal expansion (RPE) and miniscrew-assisted RPE (MARPE): a prospective randomized clinical trial using low-dose CBCT. *BMC Oral Health*, v. 22, n. 1, p. 1-14, 2022.

CLEMENT, E. A.; KRISHNASWAMY, N. R. Skeletal and Dentoalveolar Changes after Skeletal Anchorage-assisted Rapid Palatal Expansion in Young Adults: A Cone Beam Computed Tomography Study. *APOS Trends Orthod.*, v. 7, n. 3, p. 113-119, 2017.

COHEN, M. M. Jr. Sutural biology and the correlates of craniosynostosis. *Am. J. Med. Genet.*, v. 47, n. 5, p. 581-616, 1993.

COLAK, O. et al. Tomographic assessment of palatal suture opening pattern and pterygopalatine suture disarticulation in the axial plane after midfacial skeletal expansion. *Prog. Orthod.*, v. 21, n. 21, p. 1-9, 2020.

CORDASCO, G. et al. Effects of orthopedic maxillary expansion on nasal cavity size in growing subjects: A low dose computer tomography clinical trial. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.*, v. 76, p. 1547-1551, 2012.

COSTA, J. G. et al. Retention period after treatment of posterior crossbite with maxillary expansion: a systematic review. *Dental Press J. Orthod.*, v. 22, n. 2, p. 35-44, 2017.

CUNHA, A. C. et al. Miniscrew-assisted rapid palatal expansion for managing arch perimeter in an adult patient. *Dental Press J. Orthod.*, v. 22, n. 3, p. 97-108, 2017.

ELKENAWY, I. et al. An assessment of the magnitude, parallelism, and asymmetry of microimplant-assisted rapid maxillary expansion in non-growing patients. *Prog. Orthod.*, v. 21, n. 42, p. 1-10, 2020.

FELDMANN, I.; BAZARGANI, F. Pain and discomfort during the first week of rapid maxillary expansion (RME) using two different RME appliances: A randomized controlled trial. *Angle Orthod.*, v. 87, n. 3, p. 391-396, 2017.

FERNANDES, L. C. et al. Influence of the hyrax expander screw position on stress distribution in the maxilla: A study with finite elements. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 155, n. 1, p. 80-87, 2019.

FERNANDES, L. Q. P.; CAPELLI JR, J.; MIGUEL, J. A. M. Expansão Maxilar Apoiada em Mini-implantes (MARPE) – guia prático para planejamento e instalação. *Orthod. Sci. Pract.*, v. 13, n. 52, p. 10-24, 2020.

GARIB, D. G. et al. Expansão rápida da maxila ancorada em implantes – uma nova proposta para expansão ortopédica na dentadura permanente. *R. Dental Press Ortodon. Ortop. Facial*, v. 12, n. 3, p. 75-81, 2007.

GERLACH, K. L.; ZAHL, C. Transversal Palatal Expansion Using a Palatal Distractor. *J. Orofac. Orthop.*, v. 64, n. 6, p. 443-449, 2003.

GHONEIMA, A. et al. Effects of rapid maxillary expansion on the cranial and circummaxillary sutures. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 140, n. 4, p. 510-519, 2011.

GORDON, J. M. et al. Rapid palatal expansion effects on nasal airway dimensions as measured by acoustic rhinometry a systematic review. *Angle Orthod.*, v. 79, n. 5, p. 1000-1007, 2009.

GORGULU, S. et al. Nasal cavity volume changes after rapid maxillary expansion in adolescents evaluated with 3-dimensional simulation and modeling programs. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 140, n. 5, p. 633-640, 2011.

GRUNHEID, T.; LARSON, C. E.; LARSON, B. E. Midpalatal suture density ratio: A novel predictor of skeletal response to rapid maxillary expansion. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 151, n. 2, p. 267-276, 2017.

HAAS, A. J. Palatal expansion: Just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am. J. Orthod.*, v. 57, n. 3, p. 219-255, 1970.

HAAS, A. J. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod.*, v. 31, n. 2, p. 73-89, 1961.

HARALAMBIDIS, A. et al. Morphologic changes of the nasal cavity induced by rapid maxillary expansion: A study on 3-dimensional computed tomography models. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 136, n. 6, p. 815-821, 2009.

HARZER, W.; SCHNEIDER, M.; GEDRANGE, T. Rapid Maxillary Expansion with Palatal Anchorage of the Hyrax Expansion Screw – Pilot Study with Case Presentation. *J. Orofac. Orthop.*, v. 65, p. 419-424, 2004.

HOURFAR, J. et al. Differential treatment effects of two anchorage systems for rapid maxillary expansion: a retrospective cephalometric study. *J. Orofac. Orthop.*, v. 77, p. 314-324, 2016.

HUR, J. et al. Investigation of the effects of miniscrew-assisted rapid palatal expansion on airflow in the upper airway of an adult patient with obstructive sleep apnea syndrome using computational fluid-structure interaction analysis. *Korean J Orthod.*, v. 47, n. 6, p. 353-364, 2017.

IZUKA, E. N.; FERES, M. F. N.; PIGNATARI, S. S. N. Immediate impact of rapid maxillary expansion on upper airway dimensions and on the quality of life of mouth breathers. *Dental Press J. Orthod.*, v. 20, n. 3, p. 43-49, 2015.

JEON, J. Y. et al. The success and effectiveness of miniscrew-assisted rapid palatal expansion are age- and sex-dependent. *Clin. Oral Investig.*, v. 26, p. 2993-3003, 2022.

JIA, H. et al. Age-dependent effects of transverse maxillary deficiency treated by microimplant-assisted rapid palatal expansion: A prospective cone-beam computed tomography study. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 161, n. 4, p. 557-573, 2022.

JIA, H. et al. Comparison of skeletal maxillary transverse deficiency treated by microimplant-assisted rapid palatal expansion and tooth-borne expansion during the post-pubertal growth spurt stage: A prospective cone beam computed tomography study. *Angle Orthod.*, v. 91, n. 1, p. 36-45, 2021.

KAPETANOVIC, A. et al. Efficacy of Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE) in late adolescents and adults: a systematic review and meta-analysis. *Eur. J. Orthod.*, p. 1-11, 2021.

KNAUP, B.; YILDIZHAN, F.; WEHRBEIN, H. Age-related changes in the midpalatal suture. *J. Orofac. Orthop.*, v. 65, p. 467-474, 2004.

KORBMACHER, H. et al. Age-dependent three-dimensional microcomputed tomography analysis of the human midpalatal suture. *J. Orofac. Orthop.*, v. 68, p. 364-376, 2007.

KORBMACHER, H. et al. Clinical profile of rapid maxillary expansion – outcome of a national inquiry. *J. Orofac. Orthop.*, v. 66, n. 6, p. 455-468, 2005.

KRUSI, M.; ELIADES, T.; PAPAGEORGIOU, S. N. Are there benefits from using bone-borne maxillary expansion instead of tooth-borne maxillary expansion? A systematic review with meta-analysis. *Prog. Orthod.*, v. 20, n. 9, p. 1-12, 2019.

KUROL, J; BERGLIND, L. Longitudinal study and cost-benefit analysis of the effect of early treatment of posterior cross-bites in the primary dentition. *Eur. J. Orthod.*, v. 14, n. 3, p. 173-179, 1992.

KUTIN, G.; HAWES, R. R. Posterior cross-bites in the deciduous and mixed dentitions. *Am. J. Orthod.*, v. 56, n. 5, p. 491-504, 1969.

LADEWIG, V. M. et al. Tomographic evaluation of the maturation stage of the midpalatal suture in postadolescents. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 153, n. 6, p. 818-824, 2018.

LAGRAVERE, M. O. et al. Transverse dental changes after tooth-borne and bone-borne maxillary expansion. *International Orthod.*, v. 11, p. 21-34, 2013.

LAGRAVERE, M. O. et al. Transverse, vertical, and anteroposterior changes from bone-anchored maxillary expansion vs traditional rapid maxillary expansion: A randomized clinical trial. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 137, n. 3, p. 304.e1-304.e12, 2010.

LAGRAVERE, M. O.; MAJOR, P. W.; FLORES-MIR, C. Dental and skeletal changes following surgically assisted rapid maxillary expansion. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, v. 35, p. 481-487, 2006.

- LAGRAVERE, M. O.; MAJOR, P. W.; FLORES-MIR, C. Long-term dental arch changes after rapid maxillary expansion treatment: a systematic review. *Angle Orthod.*, v. 75, n. 2, p. 155–161, 2005a.
- LAGRAVERE, M. O.; MAJOR, P. W.; FLORES-MIR, C. Long-term Skeletal Changes with Rapid Maxillary Expansion: a systematic review. *Angle Orthod.*, v. 75, n. 6, p. 1046–1052, 2005b.
- LEE, K. et al. Miniscrew-assisted nonsurgical palatal expansion before orthognathic surgery for a patient with severe mandibular prognathism. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 137, n. 6, p. 830-839, 2010.
- LEE, R. J.; MOON, W.; HONG, C. Effects of monocortical and bicortical mini-implant anchorage on bone-borne palatal expansion using finite element analysis. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 151, n. 5, p. 887-897, 2017.
- LEE, S. et al. Short-term impact of microimplant-assisted rapid palatal expansion on the nasal soft tissues in adults: A three-dimensional stereophotogrammetry study. *Korean J Orthod.*, v. 50, n. 2, p. 75-85, 2020.
- LI, Q. et al. Comparison of dimensions and volume of upper airway before and after mini-implant assisted rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.*, v. 90, n. 3, p. 432–441, 2020.
- LIM, H. et al. Stability of dental, alveolar, and skeletal changes after miniscrew-assisted rapid palatal expansion. *Korean J Orthod.*, v. 47, n. 5, p. 313-322, 2017.
- LIN, L. et al. Tooth-borne vs bone-borne rapid maxillary expanders in late adolescence. *Angle Orthod.*, v. 85, n. 2, p. 253–262, 2015.
- LIU, S.; XU, T.; ZOU, W. Effects of rapid maxillary expansion on the midpalatal suture: a systematic review. *Eur. J. Orthod.*, v. 37, n. 6, p. 651-655, 2015.
- LOFTI, V. et al. Three-dimensional evaluation of airway volume changes in two expansion activation protocols. *Int. Orthod.*, v. 16, p. 144-157, 2018.
- LOMBARDO, G. et al. Worldwide prevalence of malocclusion in the different stages of dentition: A systematic review and meta-analysis. *Eur. J. Paediatr. Dent.*, v. 21, n. 2, p. 115-122, 2020.
- MAINO, G. et al. Skeletal and dentoalveolar effects of hybrid rapid palatal expansion and facemask treatment in growing skeletal Class III patients. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 153, n. 2, p. 262-268, 2018.
- MCNAMARA, J. A., Jr. Long-term adaptations to changes in the transverse dimension in children and adolescents: An overview. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 129, n. 4, p. S71-S74, 2006.
- MCNAMARA, J. A., Jr, et al. The role of rapid maxillary expansion in the promotion of oral and general health. *Prog. Orthod.*, v. 16, n. 33, p. 1-7, 2015.

- MELSEN, B. Palatal growth studied on human autopsy material: A histologic microradiographic study. *Am. J. Orthod.*, v. 68, n. 1, p. 42-54, 1975.
- MEHTA, S. et al. Long-term effects on alveolar bone with bone-anchored and tooth-anchored rapid palatal expansion. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 161, n. 4, p. 519-528, 2022.
- MOHAN, C. N. et al. Long-term stability of rapid palatal expansion in the mixed dentition vs the permanent dentition. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 149, n. 6, p. 856-862, 2016.
- MOMMAERTS, M. Y. Transpalatal distraction as a method of maxillary expansion. *Br J Oral Maxillofac Surg.*, v. 37, n. 4, p. 268-272, 1999.
- MOON, W. An interview with Won Moon. By André Wilson Machado, Barry Briss, Greg J Huang, Richard Kulbersh and Sergei Godeiro Fernandes Rabelo Caldas. *Dental Press J. Orthod.*, v. 18, n. 3, p. 12-28, 2013.
- MOORE, T. et al. Buccal corridors and smile esthetics. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 127, n. 2, p. 208-213, 2005.
- MOSLEH, M. I. et al. Comparison of transverse changes during maxillary expansion with 4-point bone-borne and tooth-borne maxillary expanders. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 148, n. 4, p. 599-607, 2015.
- NAOUM, S. et al. Changes in pulp blood flow and pulp sensibility resulting from surgically assisted rapid maxillary expansion: A clinical study. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 155, n. 5, p. 632-641, 2019.
- NGAN, P. et al. Skeletal, Dentoalveolar, and Periodontal Changes of Skeletally Matured Patients with Maxillary Deficiency Treated with Microimplant-assisted Rapid Palatal Expansion Appliances: A Pilot Study. *APOS Trends Orthod.*, v. 8, n. 2, p. 71-85, 2018.
- NGAN, P.; MOON, W. Evolution of Class III treatment in orthodontics. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 148, n. 1, p. 22-36, 2015.
- OZBEK, M. M. et al. Stability of maxillary expansion and tongue posture. *Angle Orthod.*, v. 79, n. 2, p. 214-220, 2009.
- PAREDES, N. et al. Differential assessment of skeletal, alveolar, and dental components induced by microimplant-supported midfacial skeletal expander (MSE), utilizing novel angular measurements from the fulcrum. *Prog. Orthod.*, v. 21, n. 18, p. 1-12, 2020.
- PERINETTI, G. et al. Cervical vertebral maturation: Are postpubertal stages attained in all subjects?. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 157, n. 3, p. 305-312, 2020.
- PARK, J. J. et al. Skeletal and dentoalveolar changes after miniscrew-assisted rapid palatal expansion in young adults: A cone-beam computed tomography study. *Korean J. Orthod.*, v. 47, n. 2, p. 77-86, 2017.



PERSSON, M.; MAGNUSSON, B. C.; THILANDER, B. Sutural closure in rabbit and man: a morphological and histochemical study. *J. Anat.*, v. 125, n. 2, p. 313-321, 1978.

PERSSON, M.; THILANDER, B. Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age. *Am. J. Orthod.*, v. 72, n. 1, p. 42-52, 1977.

PINHEIRO, F. H. S. L. et al. Longitudinal stability of rapid and slow maxillary expansion. *Dental Press J. Orthod.*, v. 19, n. 6, p. 70-77, 2014.

RINALDI, M. R. L. et al. Cone-beam computed tomography evaluation of bone plate and root length after maxillary expansion using tooth-borne and tooth-tissue-borne banded expanders. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 154, n. 4, p. 504-516, 2018.

RUTILI, V. et al. Dento-skeletal effects produced by rapid versus slow maxillary expansion using fixed jackscrew expanders: a systematic review and meta-analysis. *Eur. J. Orthod.*, v. 43, n. 3, p. 301-312, 2021.

SAYAR, G.; KILINÇ, D. D. Rapid maxillary expansion outcomes according to midpalatal suture maturation levels. *Prog. Orthod.*, v. 20, n. 27, p. 1-7, 2019.

SEVILLANO, M. G. C. et al. New highlights on effects of rapid palatal expansion on the skull base: a finite element analysis study. *Dental Press J. Orthod.*, v. 26, n. 6, p. e2120162, 2021.

SHIN, H. et al. Predictors of midpalatal suture expansion by miniscrew-assisted rapid palatal expansion in Young adults: A preliminary study. *Korean J Orthod.*, v. 49, n. 6, p. 360-371, 2019.

SMITH, T. et al. Three-dimensional computed tomography analysis of airway volume changes after rapid maxillary expansion. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 141, n. 5, p. 618-626, 2012.

SOKUCU, O. et al. Stability in Dental Changes in RME and SARME: A 2-Year Follow-up. *Angle Orthod.*, v. 79, n. 2, p. 207-213, 2009.

SONG, K. et al. Three-dimensional changes of the zygomaticomaxillary complex after mini-implant assisted rapid maxillary expansion. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 156, n. 5, p. 653-662, 2019.

SUN, Z.; LEE, E.; HERRING, S. W. Cranial Sutures and Bones: Growth and Fusion in Relation to Masticatory Strain. *Anat. Rec. A. Discov. Mol. Cell Evol. Biol.*, v. 276, n. 2, p. 1-22, 2004.

THILANDER, B.; WAHLUND, S.; LENNARTSSON, B. The effect of early interceptive treatment in children with posterior cross-bite. *Eur. J. Orthod.*, v. 6, n. 1, p. 25-34, 1984.

- TOKLU, M. G.; GERMEC-CAKAN, D.; TOZLU, M. Periodontal, dentoalveolar, and skeletal effects of tooth-borne and tooth-bone-borne expansion appliances. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 148, n. 1, p. 97-109, 2015.
- TORUN, G. S. Soft tissue changes in the orofacial region after rapid maxillary expansion: A cone beam computed tomography study. *J. Orofac. Orthop.*, v. 78, n. 3, p. 193-200, 2017.
- UGOLINI, A. et al. Orthodontic treatment for posterior crossbites (Review). *Cochrane Database Syst. Rev.*, v. 12, p. 1-101, 2021.
- VILLA, M. P. et al. Efficacy of rapid maxillary expansion in children with obstructive sleep apnea syndrome: 36 months of follow-up. *Sleep Breath.*, v. 15, p. 179-184, 2011.
- WEHRBEIN, H.; YILDIZHAN, F. The mid-palatal suture in Young adults: A radiological-histological investigation. *Eur. J. Orthod.*, v. 23, p. 105-114, 2001.
- WILMES, B.; NIENKEMPER, M.; DRESCHER, D. Application and effectiveness of a mini-implant- and tooth-borne rapid palatal expansion device: the hybrid hyrax. *World J. Orthod.*, v. 11, n. 4, p. 323-330, 2010.
- WOLLER, J. L. et al. An assessment of the maxilla after rapid maxillary expansion using cone beam computed tomography in growing children. *Dental Press J. Orthod.*, v. 19, n. 1, p. 26-35, 2014.
- YOON, A. et al. A retrospective analysis of the complications associated with miniscrew-assisted rapid palatal expansion. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. Clinical Companion*, v. 2, n. 5, p. 423-430, 2022.
- YOON, S.; LEE, D.; JUNG, S. Influence of changing various parameters in miniscrew-assisted rapid palatal expansion: A three-dimensional finite element analysis. *Korean J. Orthod.*, v. 49, n. 3, p. 150-160, 2019.
- ZAHL, C.; GERLACH, K. L. Palatal distractor: An innovative approach for palatal expansion. *Mund. Kiefer Gesichtschir.*, v. 6, p. 446-449, 2002.
- ZHAO, Y. et al. Oropharyngeal airway changes after rapid palatal expansion evaluated with cone-beam computed tomography. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 137, n. 4, p. S71-S78, 2010.

**APÊNDICE A - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido**



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
CENTRO BIOMÉDICO  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

**Termo de Assentimento Livre e Esclarecido**

“Avaliação dos efeitos esqueléticos, dentários e faciais após expansão rápida da maxila em pacientes pós-surto de crescimento puberal”

Prezado paciente:

Você está sendo convidado a participar deste estudo, por apresentar características oclusais que devem ser tratadas com aparelhos expansores. Este é um estudo que tem como objetivo avaliar os efeitos dentários, esqueléticos e faciais da expansão rápida da maxila em pacientes que apresentam mordida cruzada posterior. Para isto, serão utilizadas fotografias, escaneamento intra-oral, modelos de gesso e tomografias computadorizadas do tipo cone beam, que deverão ser realizadas ao início do tratamento, ao final da expansão e após a fase de contenção da expansão.

A participação é voluntária e não irá trazer nenhum malefício ao paciente. Nos dias pré-determinados, é obrigatório o comparecimento para que seja realizado o acompanhamento do tratamento, sem quaisquer ônus. A liberdade do participante em recusar o experimento ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, não trará penalização alguma.

Os dados coletados serão mantidos em sigilo, sendo acessados apenas pelos responsáveis pela pesquisa, e só serão utilizados com fins científicos, como a publicação de artigos, conferências, painéis ou temas livres.

Em qualquer etapa do estudo, os participantes poderão acessar o profissional responsável para informação adicional pelos telefones (21) 2868-8288 e (21) 98741-3115 ou contatar o comitê de ética e pesquisa responsável pelo telefone (21) 2868-8253.

Eu, \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_, certifico que, lendo as informações contidas no termo de assentimento e suficientemente esclarecido(a) sobre todos os itens, autorizo minha participação nesta pesquisa.

\_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_  
Assinatura do paciente menor de idade

\_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_  
Dra. Luciana Quintanilha Pires Fernandes  
Doutoranda em Ortodontia da UERJ e pesquisadora responsável

**APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
CENTRO BIOMÉDICO  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

**Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

“Avaliação dos efeitos esqueléticos, dentários e faciais após expansão rápida da maxila em pacientes pós-surto de crescimento puberal”

Prezado paciente e/ou Responsável:

Você ou seu dependente está sendo convidado a participar deste estudo, por apresentar características oclusais que devem ser tratadas com aparelhos expansores. Este é um estudo que tem como objetivo avaliar os efeitos dentários, esqueléticos e faciais da expansão rápida da maxila em pacientes que apresentam mordida cruzada posterior. Para isto, serão utilizadas fotografias, escaneamento intra-oral, modelos de gesso e tomografias computadorizadas do tipo cone beam, que deverão ser realizadas ao início do tratamento, ao final da expansão e após a fase de contenção da expansão.

A participação é voluntária e não irá trazer nenhum malefício ao paciente. Nos dias pré-determinados, é obrigatório o comparecimento para que seja realizado o acompanhamento do tratamento, sem quaisquer ônus. A liberdade do participante em recusar o experimento ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, não trará penalização alguma.

Os dados coletados serão mantidos em sigilo, sendo acessados apenas pelos responsáveis pela pesquisa, e só serão utilizados com fins científicos, como a publicação de artigos, conferências, painéis ou temas livres.

Em qualquer etapa do estudo, os participantes poderão acessar o profissional responsável para informação adicional pelos telefones (21) 2868-8288 e (21) 98741-3115 ou contatar o comitê de ética e pesquisa responsável pelo telefone (21) 2868-8253.

Eu, \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_, certifico que, lendo as informações contidas no termo de consentimento e suficientemente esclarecido(a) sobre todos os itens, autorizo a minha participação ou participação do meu dependente nesta pesquisa.

Nome do paciente participante:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_  
Assinatura do paciente ou responsável do participante da pesquisa

\_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Dra. Luciana Quintanilha Pires Fernandes

Doutoranda em Ortodontia da UERJ e pesquisadora responsável

## APÊNDICE C - Artigo da tese proposto

### **Efeitos esqueléticos, alveolares e dentários após expansão rápida da maxila dento-suportada e dento-ósseo suportada em pacientes pós-surto de crescimento puberal: estudo feito a partir de medidas angulares**

#### **Resumo**

A expansão rápida da maxila (ERM) visa o aumento no sentido transversal da maxila, proporcionando um movimento de rotação do complexo zigomático-maxilar. O objetivo deste estudo é avaliar os efeitos na base óssea, no processo alveolar da maxila e nos primeiros molares superiores após ERM dento-suportada e dento-ósseo suportada (MARPE), e identificar o fulcro de rotação. Foram selecionados 31 pacientes (grupo HYRAX: n = 17, idade de  $14,7 \pm 0,8$  anos; grupo MARPE: n = 14, idade de  $16,2 \pm 2$  anos) com indicação de ERM, submetidos a tomografia computadorizada antes da ERM (T1), após ERM (T2) e após seis meses de contenção (T3). No grupo HYRAX, o fulcro de rotação foi na altura da sutura frontozigomática (SFZ) ou abaixo desta, enquanto no grupo MARPE foi na altura da SFZ ou acima desta. No grupo HYRAX, observou-se que 47% ( $1,54^\circ$ ) da resposta obtida foi de origem dentária, 20% ( $0,68^\circ$ ) de origem alveolar e 33% ( $1,09^\circ$ ) de origem esquelética, enquanto no grupo MARPE a resposta esquelética foi de 70% ( $2^\circ$ ), a resposta alveolar de 18% ( $0,52^\circ$ ) e a resposta dentária de 12% ( $0,34^\circ$ ), havendo diferença estatisticamente significativa entre os grupos nas regiões esquelética ( $p = 0,005$ ) e dentária ( $p < 0,001$ ). Após contenção, o grupo HYRAX apresentou recidiva de 50% na região esquelética, 53% na região alveolar e 32% na região dentária, enquanto o grupo MARPE apresentou recidiva de 41% na região esquelética, 27% na região alveolar e 28% na região dentária, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Apesar de ambas as técnicas terem sido eficientes na correção da deficiência transversa, sem diferença na estabilidade dos resultados, a diferença encontrada entre os grupos sugere que a técnica MARPE deve ser indicada para casos em que se deseja o mínimo de movimentação dentária compensatória.

Palavras-chaves: Má oclusão. Técnica de expansão palatina. Procedimentos de ancoragem ortodôntica.

## Introdução

A expansão rápida da maxila (ERM) é uma alternativa de tratamento ortodôntico que visa o aumento no sentido transversal da maxila, através da separação da sutura palatina mediana (SPM) (LIU; XU; ZOU, 2015). É indicada para correção da mordida cruzada posterior uni ou bilateral, aumento do perímetro do arco para dissolver apinhamento dentário suave a moderado e correção da atresia maxilar (BUSCHANG, 2006; GORGULU et al., 2011; MCNAMARA, 2006). A ERM pode ser realizada de forma ortopédica, com aparelhos expansores que se apoiam nos dentes permanentes ou decíduos dos pacientes, promovendo a abertura da SPM e de outras suturas maxilares (WOLLER et al., 2014), o aumento da cavidade nasal (ALMUZIAN et al., 2018), aumento da altura facial anterior e posterior (SMITH et al., 2012), aumento da distância intermolares e intercaninos superiores (LAGRAVERE; MAJOR; FLORES-MIR, 2005), expansão espontânea do arco inferior (CANAN; SENISIK, 2017) e criação de diastema transitório entre os incisivos centrais superiores (BALLANTI et al., 2010). Alguns efeitos adversos já foram relatados na literatura após ERM com estes aparelhos dento-suportados, como inclinação no sentido vestibular dos dentes superiores posteriores (ALTIERI; CASSETTA, 2022; CANAN; SENESIK, 2017; CELENK-KOCA et al., 2018; CHANE-FANE; DARQUÉ, 2015; GORGULU et al., 2011; JIA et al., 2021; LAGRAVERE et al., 2010; LIN et al., 2015; MOSLEH et al., 2015; RINALDI et al., 2018; WOLLER et al., 2014), reabsorção radicular (RINALDI et al., 2018), diminuição da espessura do osso vestibular (ALTIERI; CASSETTA, 2022; CELENK-KOCA et al., 2018; JIA et al., 2021; LIM et al., 2017; MEHTA et al., 2022; NGAN et al., 2018; PARK et al., 2017; RINALDI et al., 2018; TOKLU; GERMEC-CAKAN; TOZLU, 2015), fenestrações e deiscências ósseas (RINALDI et al., 2018). Em geral, quanto mais tardiamente for realizada a ERM, maiores as chances de ocorrerem efeitos indesejáveis.

Com intuito de minimizar os efeitos dentoalveolares, aumentar ainda mais o perímetro do arco, preservar a anatomia e saúde dos tecidos periodontais e aumentar a estabilidade da expansão (GARIB et al., 2007), a técnica de expansão maxilar apoiada em mini-implantes (MARPE – *Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expansion*) foi desenvolvida (LAGRAVERE et al., 2010; LEE et al., 2010). Já foram descritos expansores apoiados apenas no osso palatino através dos mini-implantes, assim como expansores híbridos, também chamados de expansores dento-ósseo suportados, cujo apoio é no palato e nos dentes (CANAN; SENISIK, 2017). Em geral, estudos que

compararam esta técnica com a ortopédica convencional encontraram maior expansão da maxila nos pacientes que utilizaram ancoragem esquelética (ALTIERI; CASSETTA, 2022; CELENK-KOCA et al., 2018; JIA et al., 2021; LIN et al., 2015; MOSLEH et al., 2015), assim como maior aumento da cavidade nasal (ALTIERI; CASSETTA, 2022; CELENK-KOCA et al., 2018), menor aumento da distância entre pré-molares (CHANE-FANE; DARQUÉ, 2015; LAGRAVERE et al., 2010) e pequeno avanço sagital da maxila (HOURFAR et al., 2016). Entretanto, por utilizarem aparelhos e protocolos de ativação diferentes, assim como metodologias diferentes de medição dos pontos de interesse, por vezes os resultados encontrados na literatura são controversos.

Cantarella et al. (2018) avaliaram 15 pacientes tratados com MARPE e relataram que o complexo zigomático-maxilar se desloca lateralmente com o centro de rotação próximo à sutura frontozigomática em ambos os lados. Baseado nisto, Paredes et al. (2020) propuseram um novo método de medição dos efeitos dentoalveolares e esqueléticos após ERM, utilizando medidas angulares a partir do fulcro de rotação previamente definido. Segundo os autores, considerando que a ERM provoca este movimento de rotação, qualquer medida que vise quantificar as alterações esqueléticas e dentoalveolares deve ser feita a partir de ângulos formados com o vértice neste centro de rotação. Medidas lineares ou medidas angulares que não utilizem este fulcro de rotação do complexo zigomático-maxilar como referência podem resultar em valores não confiáveis. Além disso, os autores pontuaram que cada aparelho expansor apresenta um fulcro de rotação diferente, que deve ser previamente identificado, para que os resultados da ERM sejam mensurados. Portanto, novas pesquisas que busquem elucidar o verdadeiro fulcro de rotação causado por diferentes aparelhos expansores maxilares, para que se tenha maior clareza dos reais efeitos esqueléticos e dentoalveolares causados pelos mesmos, estão indicados.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o impacto da ERM em pacientes tratados com expansor dento-suportado do tipo hyrax e em pacientes tratados com expansor dento-ósseo suportado (técnica MARPE). As áreas de interesse foram: base óssea da maxila, processo alveolar da maxila e primeiros molares superiores permanentes. Além disso, foi avaliada a estabilidade de ambas as técnicas após o período de contenção e identificada a altura do fulcro de rotação do complexo zigomático-maxilar no plano coronal após ERM nos dois grupos.

## Material e Métodos

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Pedro Ernesto (CEP/HUPE), da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), que emitiu parecer consubstanciado número 3.445.488. Baseado nos achados de Lin et al. (2015) para os efeitos esqueléticos na maxila em pacientes tratados com ERM com expansor dento-suportado (média 1,34 mm e desvio padrão 0,78 mm) e com a técnica MARPE (média 2,38 mm e desvio padrão 1,17 mm), considerando um poder de 80% e nível alfa de 0,05, um tamanho de amostra de 14 pacientes por grupo foi calculado (*software* BioEstat versão 5.0).

Para formar o grupo HYRAX, foram selecionados de forma retrospectiva 17 pacientes submetidos à ERM com expansor dento-suportado. Para formar o grupo MARPE, foram selecionados de forma prospectiva 14 pacientes com indicação de ERM, para serem tratados com expansor dento-ósseo suportado. Os critérios de inclusão e exclusão foram definidos com intuito de assemelhar os dois grupos em relação às características iniciais. Os critérios de inclusão foram: 1. pacientes em fase de dentição permanente, podendo ou não apresentar terceiros molares; 2. faixa etária entre 13 e 21 anos; 3. fase de pós-surto de crescimento puberal de acordo com o estágio de maturação das vértebras cervicais; e 4. presença de mordida cruzada posterior uni ou bilateral e/ou maxila atrésica. Os critérios de exclusão foram: 1. pacientes portadores de doenças sistêmicas ou genéticas; 2. presença de fenda palatina; 3. pacientes com doença periodontal; 4. histórico de fratura ou cirurgia nos ossos maxilares; e 5. tratamento ortodôntico prévio. Todos os participantes e seus responsáveis foram informados das características e objetivos do trabalho antes do início do estudo, e assinaram o termo de assentimento livre e esclarecido quando menores de 18 anos de idade e o termo de consentimento livre e esclarecido.

No grupo MARPE, o expansor foi adaptado a quatro mini-implantes posicionados no palato e às bandas ortodônticas cimentadas nos primeiros molares permanentes. Inicialmente, foram realizados o escaneamento intra-oral e a tomografia computadorizada de face destes pacientes, para que o posicionamento e tamanho dos mini-implantes e do expansor fossem planejados adequadamente. Todos os expansores deste grupo foram da empresa PecLab (Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil) e fornecidos pelo Laboratório Kika Ortodontia (Sorocaba, São Paulo, Brasil). Os mini-implantes utilizados também foram da empresa PecLab e apresentavam o mesmo



diâmetro (1,8 mm), enquanto o comprimento foi individualizado conforme planejamento tomográfico. O passo-a-passo para planejamento e instalação do expansor pode ser visto no artigo de Fernandes, Capelli Jr e Miguel (2020). No grupo HYRAX, o expansor apresentava duas barras de fio de aço inoxidável de 0.040” de diâmetro (Dentaurum - Ispringen, Alemanha) contornando as superfícies palatina no terço cervical dos caninos aos segundos molares, que foram soldadas às bandas ortodônticas cimentadas nos primeiros molares permanentes e nos primeiros pré-molares. As barras de aço foram soldadas às bandas utilizando-se solda de prata.

Os pacientes de ambos os grupos foram orientados em relação à higienização e ativação do aparelho. No grupo MARPE foi realizada uma ativação por dia, equivalendo a 1/4 de volta ou 0,25 mm, e no grupo HYRAX foram realizadas duas ativações ao dia, equivalendo a 2/4 de volta ou 0,5 mm, sendo uma pela manhã e uma à noite. Em ambos os grupos, a ativação foi realizada até que a sobrecorreção fosse alcançada (cúspide palatina do molar superior ocluindo na cúspide vestibular do molar inferior). Os pacientes foram observados semanalmente até o momento de estabilização do expansor. Após este momento, os pacientes foram acompanhados mensalmente por seis meses para contenção da ERM. Após este período, o aparelho foi removido e os pacientes liberados para tratamento corretivo, de acordo com as necessidades específicas de cada paciente.

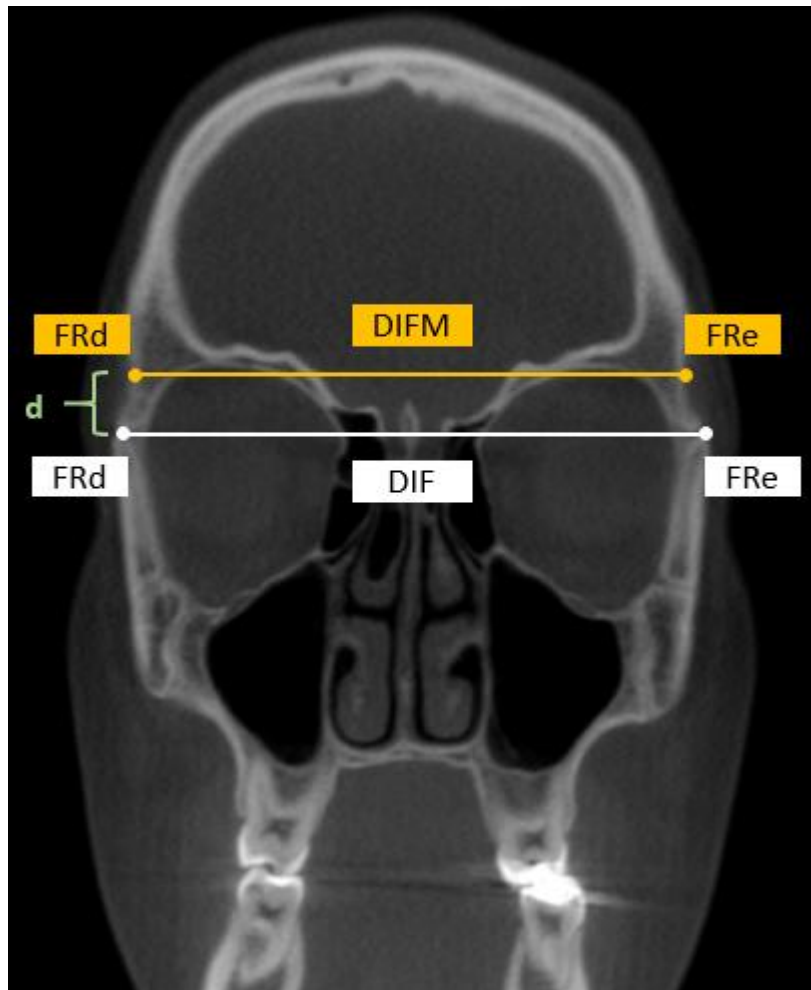
As tomografias computadorizadas de feixe cônico foram realizadas em três fases do tratamento, sendo a primeira antes do início do tratamento (T1), a segunda após finalizada a ERM (T2) e a terceira após seis meses de contenção (T3). As imagens foram obtidas com o paciente em máxima intercuspidação habitual e com a cabeça orientada com o plano horizontal de Frankfurt paralelo ao solo e o plano sagital mediano perpendicular ao solo. Os dados foram salvos em formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine). Foi utilizado o tomógrafo i-CAT (Imaging Sciences International, Hatfield, Pa, USA), com campo de visão 22 cm x 16 cm, voxel de 0,25 mm, tempo de varredura de 20 segundos, com 120 kVp e 5 mA. Todas as tomografias foram analisadas de forma aleatória pelo mesmo examinador. Todo o processo de manipulação e mensuração das tomografias foi refeito em seis pacientes, com intervalo de 15 dias, para avaliar o erro de método.

Foi utilizado o *software* Dolphin Imaging® versão 11.9 (Chatsworth, Califórnia, USA) para mensuração de todas as tomografias. Os pontos e medidas de interesse foram realizados conforme descrito por Paredes et al. (2020) (exceto a raiz disto-vestibular do

primeiro molar como referência do ponto alveolar, que foi substituído pelo ponto jugal da maxila), da seguinte forma:

1. A posição da cabeça foi orientada em T1 na vista frontal (plano axial definido pelos pontos mais externos da sutura frontozigomática em ambos os lados) e na vista lateral direita (plano coronal definido pelo ponto mais posterior da sutura frontozigomática e pelo ponto mais inferior da sutura zigomático-maxilar);
2. A sobreposição da tomografia de T2 sobre T1 foi realizada tendo como referência a base do crânio (CEVIDANES et al., 2005);
3. Uma vez sobrepostas as tomografias, foi selecionado o corte coronal em que fosse possível identificar a sutura frontozigomática, a sutura zigomático-maxilar e o ponto jugal da maxila;
4. Para localizar o fulcro de rotação após ERM, a distância interfrontal (DIF - distância entre o ponto mais externo e inferior do processo zigomático do osso frontal em ambos os lados) foi calculada em T1 e T2. Caso fosse encontrado o mesmo valor, distâncias paralelas e inferiores à DIF foram calculadas para confirmar se este é realmente o fulcro ou se este é mais inferior. Caso fosse encontrado um valor menor em T1 do que em T2, distâncias paralelas e superiores à DIF foram calculadas até que fosse mensurado o mesmo valor em T1 e T2. Uma vez encontrada a altura do fulcro de rotação, e caso esta não fosse equivalente à DIF, esta distância foi denominada de distância interfrontal modificada (DIFM). Para avaliar a altura do fulcro de rotação, a distância entre a DIF e a DIFM foi calculada e comparada entre os grupos (Figura 1);

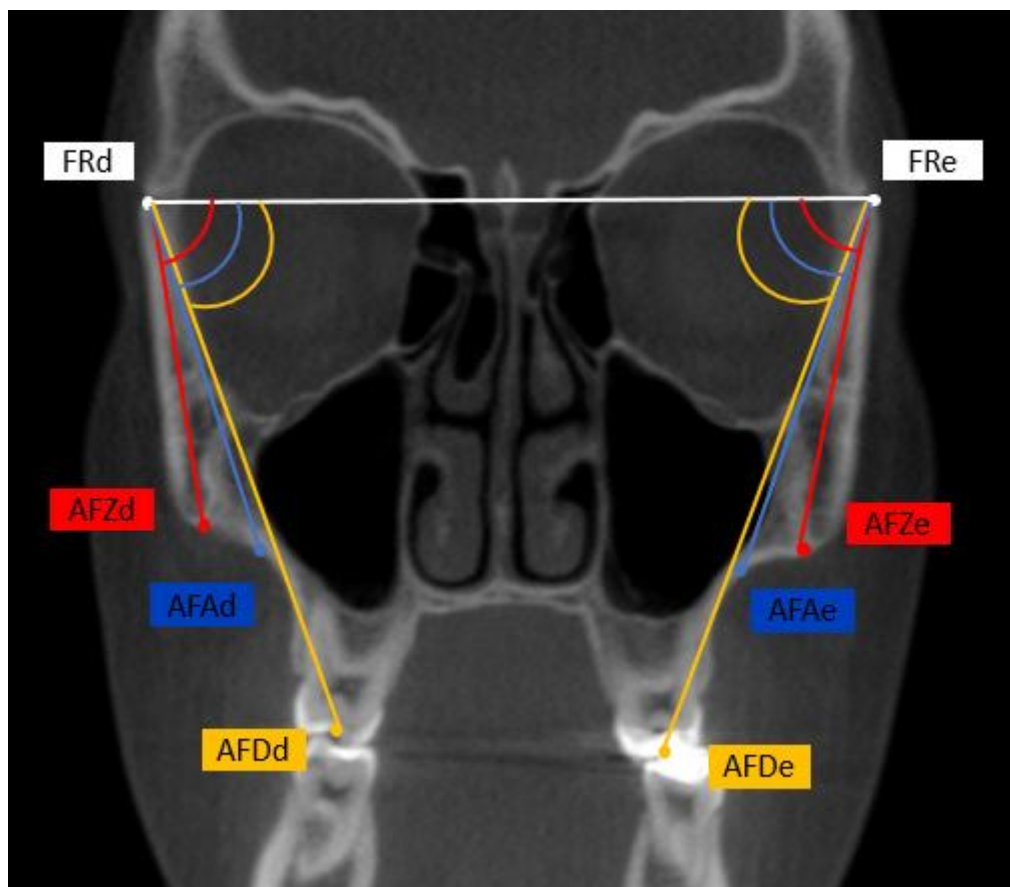
Figura 1 – Localização do fulcro de rotação e das DIF e DIFM



Legenda: DIF – distância interfrontal; DIFM – distância interfrontal modificada; FRd – fulcro de rotação direito; FRe – fulcro de rotação esquerdo; d – distância entre a DIF e a DIFM.

5. Uma vez definido o fulcro de rotação, as seguintes medidas angulares foram realizadas em ambos os lados: 1. ângulo frontozigomático (AFZ), formado pela DIF ou DIFM e pela distância entre o fulcro e o ponto mais externo da sutura zigomático-maxilar; 2. ângulo frontoalveolar (AFA), formado pela DIF ou DIFM e pela distância entre o fulcro e o ponto jugal da maxila; e 3. ângulo frontodentário (AFD), formado pela DIF ou DIFM e pela distância entre o fulcro e o ponto oclusal entre as cúspides vestibular e palatina do primeiro molar (Figura 2);

Figura 2 – Localização dos ângulos de avaliação



Legenda: AFZd – ângulo frontozigomático direito; AFAd – ângulo frontoalveolar direito; AFDd – ângulo frontodentário direito; AFZe – ângulo frontozigomático esquerdo; AFAe – ângulo frontoalveolar esquerdo; AFDe – ângulo frontodentário esquerdo; FRd – fulcro de rotação direito; FRe – fulcro de rotação esquerdo.

6. Para avaliar se houve alguma mudança no período de contenção, a tomografia de T3 foi sobreposta na tomografia de T2 como descrito acima (Item 2). Para que as medidas angulares fossem realizadas do mesmo ponto de partida, o corte coronal selecionado anteriormente e a altura da DIF ou DIFM foram verificados em T2 e transportados para T3. Assim, os ângulos foram mensurados como descrito acima (Item 5).

Para definir as respostas à ERM por região de forma isolada, dos valores obtidos em T2 foram diminuídos os valores obtidos em T1. A diferença encontrada entre os tempos para o AFZ corresponde à resposta esquelética na base óssea propriamente dita.

A diferença encontrada para o AFA corresponde à soma da resposta na base óssea e da resposta no processo alveolar. A diferença encontrada para o AFD corresponde à soma da resposta na base óssea, da resposta no processo alveolar e da resposta dentária. Portanto, foram realizados os seguintes cálculos:

1. Resposta esquelética = AFZ de T2 – AFZ de T1;
2. Resposta alveolar = (AFA de T2 – AFA de T1) – (AFZ de T2 – AFZ de T1);
3. Resposta dentária = (AFD de T2 – AFD de T1) – (AFA de T2 – AFA de T1).

Para mensurar os valores em termos percentuais, os valores encontrados acima foram divididos pelo valor da expansão total (AFD de T2 – AFD de T1) e multiplicados por 100.

Para avaliar as alterações ocorridas no período de contenção, dos valores de T3 foram diminuídos os valores obtidos em T2. Portanto, foram realizados os seguintes cálculos:

1. Recidiva esquelética = AFZ de T3 – AFZ de T2;
2. Recidiva alveolar = AFA de T3 – AFA de T2;
3. Recidiva dentária = AFD de T3 – AFD de T2.

Para mensurar os valores em termos percentuais, os valores encontrados acima foram divididos pelo valor da expansão em cada região (AFZ de T2 – AFZ de T1; AFA de T2 – AFA de T1; e AFD de T2 – AFD de T1) e multiplicados por 100.

O *software* Jamovi versão 2.3.21 foi utilizado para a análise de dados. O nível de significância adotado foi de 1%. A normalidade da amostra foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk e, uma vez que algumas variáveis apresentaram valor de p baixo, optou-se por aplicar testes não paramétricos em todas as avaliações estatísticas. As características descritivas iniciais da amostra foram avaliadas através do teste de Mann-Whitney e do teste Exato de Fisher para verificar se os grupos eram semelhantes em T1 e, para avaliar o erro de método, foi calculado o Índice de Correlação Intraclasse (ICC). Foi realizado o teste de Wilcoxon para avaliar as alterações intra-grupo e o teste de Mann-Whitney para avaliar as diferenças entre os dois grupos, tanto de T1 para T2, quanto de T2 para T3.

## Resultados

A amostra foi composta por 31 pacientes, sendo 17 no grupo HYRAX (média de idade de  $14,7 \pm 0,8$  anos; todas do sexo feminino) e 14 no grupo MARPE (média de idade de  $16,2 \pm 2$  anos; 8 do sexo feminino e 6 do sexo masculino). Os dados descritivos da amostra com as características iniciais de cada grupo podem ser vistos na tabela 1. O teste de Mann-Whitney mostrou que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos em relação a quantidade de ativação do expansor ( $p = 0,679$ ). Em ambos os grupos a média de abertura do expansor foi de 7 mm, sendo que no grupo HYRAX houve uma variação de abertura entre 5 mm e 9 mm, enquanto no grupo MARPE esta variação foi de 5 mm a 10 mm. Clinicamente, todos os pacientes apresentaram melhora da relação transversa posterior e foi possível observar a abertura do diastema entre os incisivos centrais durante a ERM. Devido à pandemia de Covid-19, uma paciente do grupo MARPE não teve o adequado acompanhamento estabelecido pelo estudo após ERM e, com isso, não foi incluída na avaliação após contenção (T3).

Tabela 1 – Dados descritivos da amostra

| Variáveis   | Grupo HYRAX                         | Grupo MARPE         | Valor de p |
|---|-------------------------------------|---------------------|------------|
| <b>Discrepância esquelética transversa (mm)</b>         | -2,55 ( $\pm 3,31$ )                | -0,4 ( $\pm 5,98$ ) | 0,311*     |
| <b>Má oclusão (n)</b>                                   | Mordida cruzada unilateral          | 7 (41,2%)           | 6 (42,9%)  |
|   | Mordida cruzada bilateral           | 10 (58,8%)          | 6 (42,9%)  |
|   | Atresia maxilar sem mordida cruzada | 0 (0%)              | 2 (14,3%)  |
| <b>Estágio de maturação das vértebras cervicais (n)</b> | CS5                                 | 11 (64,7%)          | 10 (71,4%) |
|   | CS6                                 | 6 (35,3%)           | 4 (28,6%)  |

Legenda: \*valor de p referente ao teste de Mann-Whitney; <sup>+</sup>valor de p referente ao teste Exato de Fisher.

O Índice de Correlação Intraclasse (ICC) foi maior do que 0,90 para a distância interfrontal (DIF) e para os 3 ângulos de interesse, demonstrando uma replicabilidade excelente do método.

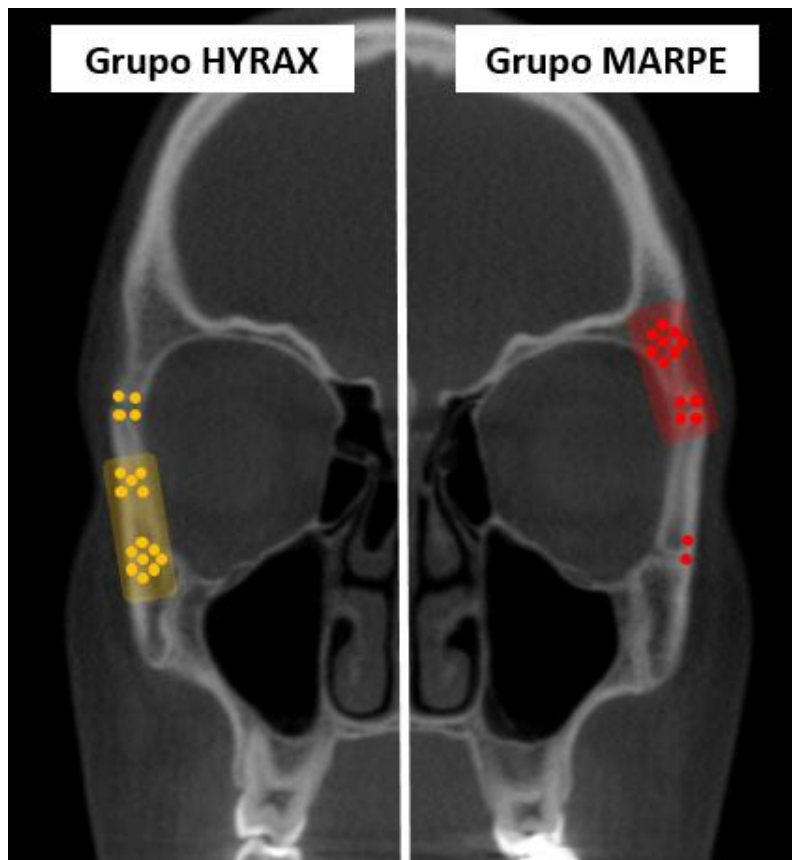
A altura do fulcro de rotação provocado pela ERM em ambos os grupos pode ser vista na figura 3 e na tabela 2. No grupo HYRAX, este ponto foi localizado na altura da sutura frontozigomática (SFZ) em quatro pacientes e abaixo da SFZ em 13 pacientes. No grupo MARPE, este ponto foi localizado na altura da SFZ em quatro pacientes, acima da SFZ em oito pacientes e abaixo da SFZ em apenas dois pacientes.

Tabela 2 – Altura do fulcro de rotação provocado pela ERM em ambos os grupos

| <b>Localização do fulcro de rotação</b>                             |                                 | <b>Grupo HYRAX</b>    | <b>Grupo MARPE</b>     |
|---|---------------------------------|-----------------------|------------------------|
| <b>Fulcro de rotação na altura da SFZ</b>                           | n                               | 4                     | 4                      |
| <b>Fulcro de rotação abaixo da SFZ - distância entre DIF e DIFM</b> | n                               | 13                    | 2                      |
|   | Média (mm)<br>(Mínimo / Máximo) | 18,76<br>(7,7 / 28,3) | 22,75<br>(17,1 / 28,4) |
| <b>Fulcro de rotação acima da SFZ - distância entre DIF e DIFM</b>  | n                               | 0                     | 8                      |
|   | Média (mm)<br>(Mínimo / Máximo) |                       | 7,7<br>(3,6 / 10,6)    |

Legenda: DIF – distância interfrontal; DIFM – distância interfrontal modificada; SFZ – sutura frontozigomática.

Figura 3 – Altura do fulcro de rotação provocado pela ERM em ambos os grupos



Legenda: Localização aproximada do fulcro de rotação nos 31 pacientes da amostra. Observe que no grupo HYRAX (em amarelo) a maioria dos pacientes teve o fulcro abaixo da SFZ, na região de encontro do processo frontal do zigomático com o processo maxilar do zigomático e o grupo MARPE (em vermelho) apresentou a maioria dos pacientes com o fulcro na altura da SFZ ou acima desta, próximo da região de concavidade da linha temporal.

Para as avaliações do resultado da ERM (T2 – T1) e da fase de contenção (T3 – T2), foi utilizada a média dos ângulos de ambos os lados para as avaliações propostas neste trabalho, uma vez que o teste de Wilcoxon mostrou que não houve diferença entre os lados direito e esquerdo para cada um dos grupos. Para interpretação dos resultados angulares por região, os ângulos foram ajustados conforme mencionado acima, tanto para avaliação do resultado da ERM (Tabela 3) quanto para avaliação da fase de contenção (Tabela 4) em ambos os grupos, e os valores percentuais foram calculados. No grupo HYRAX, observou-se que 47% da resposta obtida foi de origem dentária, 20% de origem alveolar e 33% de origem esquelética, enquanto no grupo MARPE a resposta esquelética foi de 70%, a resposta alveolar foi de 18% e a resposta dentária foi de 12%.



Em relação à fase de contenção, o grupo HYRAX apresentou recidiva de 50% na região esquelética, 53% na região alveolar e 32% na região dentária, enquanto o grupo MARPE apresentou recidiva de 41% na região esquelética, 27% na região alveolar e 28% na região dentária. A figura 4 ilustra o total de expansão e o grau de recidiva por região.

Tabela 3 – Resposta esquelética, alveolar e dentária após ERM (T2 – T1) em ambos os grupos

| Grupos             | Ângulos de interesse (T2 - T1) |       |       | Resposta esquelética | Resposta alveolar | Resposta dentária |
|--------------------|--------------------------------|-------|-------|----------------------|-------------------|-------------------|
|                    | AFZ                            | AFA   | AFD   | AFZ                  | AFA - AFZ         | AFD - AFA         |
| <b>Grupo HYRAX</b> | 1,09°                          | 1,77° | 3,31° | 1,09°<br>(33%)       | 0,68°<br>(20%)    | 1,54°<br>(47%)    |
| <b>Grupo MARPE</b> | 2°                             | 2,52° | 2,86° | 2°<br>(70%)          | 0,52°<br>(18%)    | 0,34°<br>(12%)    |

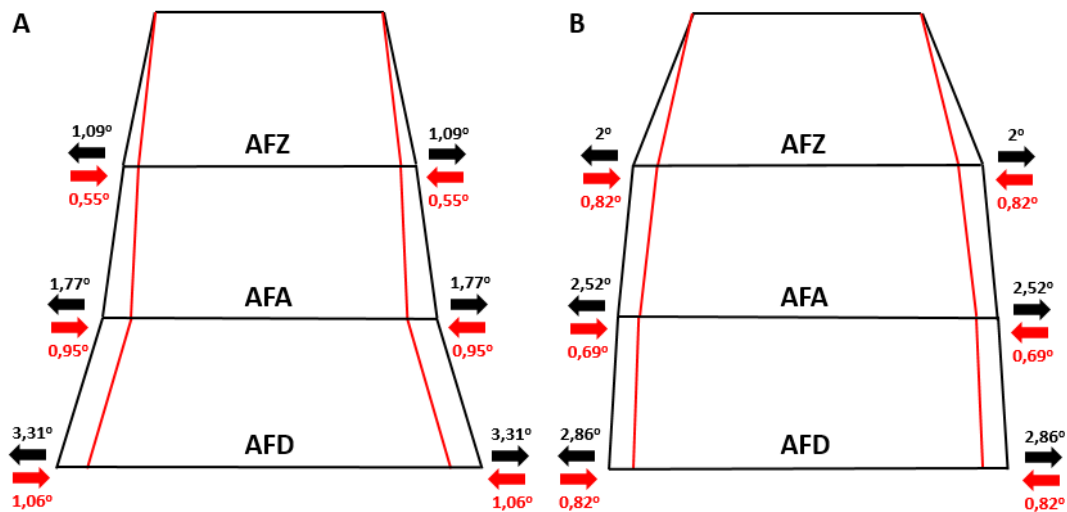
Legenda: AFZ – ângulo frontozigomático; AFA – ângulo frontoalveolar; AFD – ângulo frontodentário.

Tabela 4 – Recidiva da resposta esquelética, alveolar e dentária após fase de contenção (T3 – T2) em ambos os grupos

| Grupos             | Recidiva da resposta esquelética (T3 - T2) | Recidiva da resposta alveolar (T3 - T2) | Recidiva da resposta dentária (T3 - T2) |
|--------------------|--|---|---|
|                    | AFZ  | AFA                                     | AFD                                     |
| <b>Grupo HYRAX</b> | -0,55°<br>(50%)                            | -0,95°<br>(53%)                         | -1,06°<br>(32%)                         |
| <b>Grupo MARPE</b> | -0,82°<br>(41%)                            | -0,69°<br>(27%)                         | -0,82°<br>(28%)                         |

Legenda: AFZ – ângulo frontozigomático; AFA – ângulo frontoalveolar; AFD – ângulo frontodentário.

Figura 4 – Diagrama com o total de expansão e o grau de recidiva por região em ambos os grupos



Legenda: Alterações transversas no grupo HYRAX (A) e no grupo MARPE (B). Os valores em preto representam a diferença de T2 – T1 e os valores em vermelho representam a diferença de T3 – T2. AFZ – ângulo frontozigomático; AFA – ângulo frontoalveolar; AFD – ângulo frontodentário.

Na avaliação intra-grupo, o grupo HYRAX mostrou diferenças estatisticamente significativas nas três regiões tanto após a fase ativa da ERM (Tabela 5) quanto após a fase de contenção (Tabela 6). Já o grupo MARPE não apresentou resposta dentária estatisticamente significativa após a fase ativa da ERM (Tabela 5), porém as três regiões avaliadas apresentaram recidiva estatisticamente significativa após a fase de contenção (Tabela 6). Na comparação entre os dois grupos, foi observada diferença estatisticamente significativa na resposta esquelética e na resposta dentária após ERM, sendo o grupo MARPE apresentando maior resposta esquelética e o grupo HYRAX apresentando maior resposta dentária (Tabela 5). Já após a fase de contenção, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos nas três regiões avaliadas (Tabela 6).

Tabela 5 – Avaliação da resposta à ERM (T2 – T1) nas três regiões de interesse no grupo HYRAX e no grupo MARPE

| <b>Região avaliada</b>               | <b>Grupos</b> | <b>Média (DP)</b>          | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> | <b>Valor de p</b>    |
|--------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------|----------------------|
| <b>Resposta esquelética (AFZ)</b>    | Grupo HYRAX   | 1,09° ( $\pm 0,4^\circ$ )  | 0,2°          | 2,15°         | < 0,001*             |
|                                      | Grupo MARPE   | 2° ( $\pm 0,94^\circ$ )    | 0,5°          | 3,4°          | < 0,001*             |
|                                      |               |                            |               |               | 0,005 <sup>+</sup>   |
| <b>Resposta alveolar (AFA - AFZ)</b> | Grupo HYRAX   | 0,68° ( $\pm 0,36^\circ$ ) | 0,2°          | 1,35°         | < 0,001*             |
|                                      | Grupo MARPE   | 0,52° ( $\pm 0,47^\circ$ ) | 0,1°          | 1,75°         | 0,001*               |
|                                      |               |                            |               |               | 0,146 <sup>+</sup>   |
| <b>Resposta dentária (AFD - AFA)</b> | Grupo HYRAX   | 1,54° ( $\pm 0,69^\circ$ ) | 0,35°         | 3,2°          | < 0,001*             |
|                                      | Grupo MARPE   | 0,34° ( $\pm 0,66^\circ$ ) | -1,2°         | 1,55°         | 0,033*               |
|                                      |               |                            |               |               | < 0,001 <sup>+</sup> |

Legenda: \*valor de p referente ao teste de Wilcoxon; <sup>+</sup>valor de p referente ao teste de Mann-Whitney; AFZ – ângulo frontozigomático; AFA – ângulo frontoalveolar; AFD – ângulo frontodentário.

Tabela 6 – Avaliação da recidiva após fase de contenção (T3 – T2) nas três regiões de interesse no grupo HYRAX e no grupo MARPE

| <b>Região avaliada</b>            | <b>Grupos</b> | <b>Média (DP)</b>           | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> | <b>Valor de p</b>  |
|-----------------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|---------------|--------------------|
| <b>Recidiva esquelética (AFZ)</b> | Grupo HYRAX   | -0,55° ( $\pm 0,27^\circ$ ) | -1°           | -0,15°        | < 0,001*           |
|                                   | Grupo MARPE   | -0,82° ( $\pm 0,48^\circ$ ) | -1,8°         | -0,15°        | 0,002*             |
|                                   |               |                             |               |               | 0,142 <sup>+</sup> |
| <b>Recidiva alveolar (AFA)</b>    | Grupo HYRAX   | -0,95° ( $\pm 0,52^\circ$ ) | -1,55°        | -0,25°        | < 0,001*           |
|                                   | Grupo MARPE   | -0,68° ( $\pm 0,53^\circ$ ) | -2°           | -0,05°        | 0,002*             |
|                                   |               |                             |               |               | 0,18 <sup>+</sup>  |
| <b>Recidiva dentária (AFD)</b>    | Grupo HYRAX   | -1,06° ( $\pm 0,58^\circ$ ) | -2,3°         | -0,05°        | < 0,001*           |
|                                   | Grupo MARPE   | -0,82° ( $\pm 0,47^\circ$ ) | -2,05°        | -0,15°        | 0,002*             |
|                                   |               |                             |               |               | 0,294 <sup>+</sup> |

Legenda: \*valor de p referente ao teste de Wilcoxon; <sup>+</sup>valor de p referente ao teste de Mann-Whitney; AFZ – ângulo frontozigomático; AFA – ângulo frontoalveolar; AFD – ângulo frontodentário.

## Discussão

Para avaliar os efeitos do tratamento com ERM, pesquisas foram realizadas utilizando-se modelos de estudo (BERGER et al., 1998; CANAN; SENISIK, 2017; CHANE-FANE; DARQUÉ, 2015; CHOI et al., 2016; MOHAN et al., 2016) ou radiografias cefalométricas de perfil ou frontal (ARAS et al., 2017; BACCETTI et al., 2001; BERGER et al., 1998; CHOI et al., 2016; HOURFAR et al., 2016; OZBEK et al., 2009). Entretanto, estes exames produzem informações limitadas quanto às alterações na região da maxila e a identificação das estruturas dentárias e esqueléticas é imprecisa (LIN et al., 2015). As tomografias computadorizadas, por sua vez, permitem uma avaliação adequada do complexo nasomaxilar, sem distorções ou sobreposições das estruturas dentárias e esqueléticas (GORGULU et al., 2011; LIN et al., 2015). Com isso, parecem ser exames mais elucidativos para estudos que se propõem a avaliar os efeitos da ERM.

O limite de idade para que a expansão ortopédica convencional seja realizada sem grandes efeitos adversos ainda não é bem estabelecido para os ortodontistas clínicos (KORBMACHER et al., 2005) e, por isso, pode ser que a expansão com auxílio de ancoragem esquelética nos adolescentes e adultos jovens possa estar bem indicada, com intuito de diminuir ou eliminar estes efeitos indesejáveis e diminuir os casos em que somente a SARPE esteja indicada. Ladewig et al. (2018) ao encontrarem uma alta prevalência do estágio C de maturação da SPM em pacientes entre 16 e 20 anos de idade, concluíram que estudos que avaliassem o bom prognóstico da expansão maxilar neste grupo de pacientes estaria indicado.

Não há um consenso na literatura em relação ao protocolo de ativação do parafuso expensor na técnica MARPE. Apesar de no grupo HYRAX o protocolo de ativação adotado neste trabalho ter sido de duas ativações diárias, o que parece estar bem consolidado na literatura (HAAS, 1961), no grupo MARPE foi estabelecido o protocolo de apenas uma ativação diária, seguindo outros trabalhos descritos na literatura (CUNHA et al., 2017; CHUN et al., 2022; LEE et al., 2010; LIM et al., 2017; PARK et al., 2017; SHIN et al., 2019), com objetivo de ser mais cauteloso devido à presença de ancoragem esquelética neste grupo (LAGRAVERE et al., 2010).

Apesar do grupo HYRAX ser formado apenas por pacientes do sexo feminino e o grupo MARPE ter oito pacientes do sexo feminino e seis pacientes do sexo masculino, alguns trabalhos na literatura mostraram que não há diferença em relação ao sexo no resultado da ERM (BAZARGANI et al., 2021; CANTARELLA et al., 2017; COLAK et al., 2020; HARALAMBIDIS et al., 2009; JIA et al., 2021). Jeon et al. (2022) relataram que a abertura da SPM em pacientes do sexo masculino pode ser menos previsível, porém em pacientes até 20 anos de idade os autores não encontraram diferença na frequência de abertura da SPM entre ambos os sexos.

A maioria dos estudos que comparam a técnica MARPE com a técnica de expansão ortopédica convencional usou em sua metodologia medidas lineares ou angulares a partir de pontos anatômicos arbitrários para comparar os resultados esqueléticos e dentoalveolares encontrados (ALTIERI; CASSETTA, 2022; BAZARGANI et al., 2021; CELENK-KOCA et al., 2018; CHANE-FANE; DARQUÉ, 2015; CHUN et al., 2022; JIA et al., 2021; LAGRAVERE et al., 2010; LIN et al., 2015; METHA et al., 2022; MOSLEH et al., 2015; TOKLU; GERMEC-CAKAN; TOZLU, 2015). Paredes et al. (2020) propuseram um método de medição destes efeitos utilizando

medidas angulares a partir do fulcro de rotação do complexo zigomático-maxilar previamente definido, uma vez que somente assim seria possível uma clara interpretação dos efeitos da ERM nas regiões de interesse. Os autores aplicaram esta metodologia apenas em uma amostra tratada com a técnica MARPE e identificaram que o fulcro de rotação está localizado próximo à sutura frontozigomática em ambos os lados. Além disso, pontuaram que cada aparelho expensor apresenta um fulcro de rotação diferente, que deve ser previamente identificado, para que os resultados da ERM sejam mensurados. Os autores avaliaram os efeitos da expansão após três semanas de finalizada a expansão, não avaliando, portanto, a estabilidade destes resultados após o período de contenção adequado. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi aplicar esta metodologia para comparar uma amostra tratada tanto com a técnica MARPE quanto com a técnica ortopédica convencional utilizando o expensor hyrax, e avaliar estes resultados após a fase de contenção da ERM.

O presente estudo encontrou diferença na localização do fulcro de rotação do complexo zigomático-maxilar entre os pacientes tratados com expensor hyrax e com a técnica MARPE. No grupo HYRAX, em 13 pacientes este ponto foi localizado abaixo da SFZ, sendo a maioria destes na região de encontro do processo frontal do zigomático com o processo maxilar do zigomático. No grupo MARPE, este ponto foi localizado na altura da SFZ em quatro pacientes e acima da SFZ em oito pacientes, próximo da região de concavidade da linha temporal. Esta diferença pode indicar que a presença da ancoragem esquelética no segundo grupo faz com que a força de expansão atinja níveis mais altos da base esquelética, o que justifica a maior resposta esquelética nesta técnica do que na técnica dento-suportada. De forma semelhante, Paredes et al. (2020) relataram que, dos 39 pacientes avaliados após expansão com a técnica MARPE, 20 apresentaram o fulcro de rotação na altura da SFZ e 19 apresentaram este ponto ligeiramente acima da SFZ. Em contrapartida, Jia et al. (2021) relataram que este fulcro de rotação em ambas as técnicas estaria localizado na mesma altura, apesar de não terem realizado medidas angulares específicas para tal afirmativa e, em relação à expansão dento-suportada, a sutura frontomaxilar já foi mencionada em estudos anteriores como sendo o fulcro de rotação da expansão (BISHARA; STALEY, 1987). Novos estudos que busquem avaliar a localização do fulcro de rotação do complexo zigomático-maxilar em ambas as técnicas estão indicados para confirmar os achados do presente trabalho, visto que o tamanho pequeno desta amostra pode interferir na interpretação dos resultados. Além

disso, a variabilidade individual que pode ocorrer devido a outros fatores, independente da técnica utilizada, deve ser considerada como um fator determinante para estabelecer o centro de rotação em cada caso.

Ambos os grupos foram eficientes na correção da má oclusão transversa inicial, porém o grupo HYRAX apresentou maior resposta dentária (47%; 1,54°) do que alveolar (20%; 0,68°) e esquelética (33%; 1,09°), enquanto o grupo MARPE apresentou maior resposta esquelética (70%; 2°) do que alveolar (18%; 0,52°) e dentária (12%; 0,34°), sendo esta diferença entre os grupos estatisticamente significativa. Ao avaliar a técnica MARPE, Paredes et al. (2020) encontraram que a resposta esquelética foi, em média, 96% (2,87°), a resposta alveolar foi, em média, 0,3% (0,01°) e a resposta dentária foi, em média, 3,7% (0,11°), enfatizando ainda mais a preponderância da resposta esquelética nesta técnica em relação à resposta dentoalveolar quando comparado aos resultados do presente estudo.

Altieri e Cassetta (2022) também utilizaram como referência a sutura zigomático-maxilar para avaliar a resposta esquelética e, apesar de terem realizado medidas lineares e não angulares, encontraram maior aumento transversal no grupo tratado com a técnica MARPE (8,15 mm) do que no grupo tratado com expansor dento-suportado (4,8 mm), corroborando os resultados deste estudo. Em contrapartida, Chun et al. (2022) não encontraram diferença estatisticamente significativa em relação ao aumento transversal na altura da sutura zigomático-maxilar, ao realizarem medidas lineares, tanto no grupo tratado com hyrax (1,04 mm) quanto no grupo tratado com a técnica MARPE (1,49 mm).

Para avaliar a região alveolar, Paredes et al. (2020) utilizaram como referência o ápice da raiz disto-vestibular do primeiro molar superior. Entretanto, uma vez que o corte coronal da tomografia nos três tempos de avaliação nem sempre coincidia com esta referência, o presente estudo utilizou o ponto jugal da maxila como referência para avaliar a região alveolar, como já descrito na literatura previamente (CHANE-FANE; DARQUÉ, 2015; MOSLEH et al., 2015), para tornar a metodologia mais precisa. Em ambos os grupos, a resposta alveolar foi estatisticamente significativa, porém clinicamente pouco relevante (grupo HYRAX: 0,68°; grupo MARPE: 0,52°), sendo que não houve diferença estatística entre os grupos, assim como demonstrado por outros estudos que realizaram medidas lineares desta região (CHANE-FANE; DARQUÉ, 2015; MOSLEH et al., 2015).

Apesar de Paredes et al. (2020) considerarem que o ângulo frontodentário (AFD) proposto por sua metodologia indica o grau de inclinação dentária, é importante ressaltar que da forma como foi avaliado, esta interpretação diz respeito às alterações de posição do primeiro molar, que pode ser resultado tanto do movimento de translação quanto do movimento de inclinação, assim como um somatório dos dois movimentos. Para avaliar a inclinação dentária propriamente dita neste corte coronal da tomografia, seria necessário incluir mais um ponto de avaliação no longo eixo do dente de interesse e medir este novo ângulo. Somado a isto, para estudos futuros que busquem informações de relevância clínica, seria interessante avaliar além da resposta dentária e esquelética, através de tomografias, os possíveis resultados da expansão nas estruturas periodontais.

Em relação à estabilidade do tratamento após seis meses de contenção, apesar de ambas as técnicas terem apresentado recidivas estatisticamente significativas na região esquelética (grupo HYRAX: 0,55°; grupo MARPE: 0,82°), alveolar (grupo HYRAX: 0,95°; grupo MARPE: 0,68°) e dentária (grupo HYRAX: 1,06°; grupo MARPE: 0,82°), observa-se que esta recidiva é maior na base esquelética (grupo HYRAX: 50%; grupo MARPE: 41%) do que na região dentária (grupo HYRAX: 32%; grupo MARPE: 28%), demonstrando que ambas as técnicas de ERM podem ser consideradas estáveis clinicamente, não havendo diferença entre os grupos. Chun et al. (2022) também encontraram recidivas na região esquelética tanto na expansão dento-suportada quanto na expansão dento-ósseo suportada, enquanto Canan e Senisik (2017) relataram uma leve recidiva na região dentária em ambas as técnicas, corroborando com os resultados do presente estudo. A similaridade na estabilidade de ambas as modalidades de ERM também foi relatada por Bazargani et al. (2021) e por Ahmida et al. (2023), que relataram não haver diferença no grau de abertura das suturas faciais, exceto na expansão ósseo-suportada que resultou em maiores distâncias da SPM a longo prazo.

De acordo com os resultados encontrados na presente pesquisa, observa-se que, apesar da técnica MARPE proporcionar maior resposta esquelética e a expansão dento-suportada com hyrax maior resposta dentária, clinicamente esta diferença pode não ser relevante. Somado à isto, considerando que na fase de contenção grande parte da resposta esquelética sofre recidiva e que não há diferença clínica no grau de estabilidade da correção da má oclusão inicial na região dentária entre os grupos, a indicação da técnica MARPE em pacientes adolescentes com as características desta amostra deve ser restrita aos casos limítrofes para expansão do arco superior, em que o ortodontista deseja



o mínimo movimento dentário possível, seja por comprometimento periodontal pré-existente ou por uma inclinação dentária compensatória significativa ao início do tratamento. Ao avaliar a relação custo-benefício das duas modalidades de ERM, deve-se considerar que a técnica MARPE apresenta maiores custos e riscos envolvidos (ALTIERI; CASSETTA, 2022; BAZARGANI et al., 2021; YOON et al., 2022) do que a técnica dento-suportada convencional, o que faz com que a mesma não esteja indicada para todos os casos.

Apesar das limitações relacionadas ao desenho de estudo e formação dos grupos, espera-se com este trabalho que, a partir das tomografias computadorizadas coletadas e aplicação da metodologia de mensuração que parece ser a mais elucidativa para avaliar os resultados do tratamento por região de interesse, colaborar no conhecimento científico dos reais efeitos esqueléticos e dentoalveolares do tratamento com ambas as técnicas, assim como da estabilidade das mesmas, em pacientes pós-surto de crescimento puberal que apresentam deficiência transversa de maxila, para que cada modalidade de expansão seja bem indicada na prática clínica do ortodontista.

## **Conclusão**

Com base nos resultados encontrados por esta pesquisa, conclui-se que:

1. A expansão dento-óssea suportada (técnica MARPE) resulta em maior resposta à expansão no nível da base óssea da maxila do que no nível dos primeiros molares superiores, enquanto a expansão dento-suportada com expansor hyrax apresenta maior resposta dentária do que esquelética, não havendo diferença entre os grupos em relação à região do processo alveolar da maxila;
2. Não há diferença entre os grupos na estabilidade da expansão após seis meses de contenção, sendo ambas as técnicas de expansão rápida da maxila consideradas estáveis na correção da deficiência transversa;
3. No corte coronal, a expansão dento-óssea suportada (técnica MARPE) apresenta o fulcro de rotação do complexo zigomático-maxilar localizado na região da sutura frontozigomática ou acima desta, enquanto a expansão dento-suportada com expansor hyrax apresenta o fulcro de rotação abaixo da sutura frontozigomática, próximo à região de encontro do processo frontal do zigomático com o processo maxilar do zigomático;

4. Clinicamente, apesar de ambas as técnicas terem sido eficientes na correção da deficiência transversa inicial, a diferença no resultado encontrado entre os grupos sugere que a expansão dento-óssea suportada (técnica MARPE) deve ser indicada para casos limítrofes, onde se deseja o mínimo de movimentação dentária compensatória.

## Referências

- AHMIDA, A. et al. Short-term and long-term effects of miniscrew-assisted and conventional rapid palatal expansion on the cranial and circummaxillary sutures. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, p. e1-e12, article in press, 2023.
- ALMUZIAN, M. et al. Does rapid maxillary expansion affect nasopharyngeal airway? A prospective Cone Beam Computerised Tomography (CBCT) based study. *Surgeon*, v. 16, n. 1, p. 1-11, 2018.
- ALTIERI, F.; CASSETTA, M. Comparison of changes in skeletal, dentoalveolar, periodontal, and nasal structures after tooth-borne or boneborne rapid maxillary expansion: A parallel cohort study. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 161, n. 4, p. e336-e344, 2022.
- ARAS, I. et al. The effects of maxillary expansion on the soft tissue facial profile. *J. Istanbul Univ. Fac. Dent.*, v. 51, n. 3, p. 1-10, 2017.
- BACCETTI, T. et al. Treatment timing for rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.*, v. 71, n. 5, p. 343-350, 2001.
- BALLANTI, F. et al. Treatment and posttreatment skeletal effects of rapid maxillary expansion investigated with low-dose computed tomography in growing subjects. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 138, n. 3, p. 311-317, 2010.
- BAZARGANI, F. et al. Skeletal and dentoalveolar effects using tooth-borne and tooth-bone-borne RME appliances: a randomized controlled trial with 1-year follow-up. *Eur. J. Orthod.*, v. 43, n. 3, p. 245-253, 2021.
- BERGER, J. L. et al. Stability of orthopedic and surgically assisted rapid palatal expansion over time. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 114, n. 6, p. 638-645, 1998.
- BISHARA, S. E.; STALEY, R. N. Maxillary expansion: Clinical implications. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 91, n. 1, p. 3-14, 1987.
- BUSCHANG, P. H. Maxillomandibular expansion: Short-term relapse potential and long-term stability. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 129, n. 4, p. S75-S79, 2006.
- CANAN, S.; SENISIK, N. E. Comparison of the treatment effects of different rapid maxillary expansion devices on the maxilla and the mandible. Part 1: Evaluation of dentoalveolar changes. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 151, n. 6, p. 1125-1138, 2017.

CANTARELLA, D. et al. Changes in the midpalatal and pterygopalatine sutures induced by microimplant-supported skeletal expander, analyzed with a novel 3D method based on CBCT imaging. *Prog. Orthod.*, v. 18, n. 34, p. 1-12, 2017.

CANTARELLA, D. et al. Midfacial changes in the coronal plane induced by microimplant-supported skeletal expander, studied with cone-beam computed tomography images. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 154, n. 3, p. 337-345, 2018.

CELENK-KOCA, T. et al. Evaluation of miniscrew-supported rapid maxillary expansion in adolescents: A prospective randomized clinical trial. *Angle Orthod.*, 2018.

CEVIDANES, L. H. S. Superimposition of 3D cone-beam CT models of orthognathic surgery patients. *Dentomaxillofac. Radiol.*, v. 34, n. 6, p. 369-375, 2005.

CHANE-FANE, C.; DARQUÉ, F. Rapid maxillary expansion assisted by palatal mini-implants in adolescents – Preliminary study. *International Orthod.*, v. 13, p. 96-111, 2015.

CHOI, S. et al. Nonsurgical miniscrew-assisted rapid maxillary expansion results in acceptable stability in young adults. *Angle Orthod.*, v. 86, n. 5, p. 713-720, 2016.

CHUN, J. et al. Skeletal and alveolar changes in conventional rapid palatal expansion (RPE) and miniscrew-assisted RPE (MARPE): a prospective randomized clinical trial using low-dose CBCT. *BMC Oral Health*, v. 22, n. 1, p. 1-14, 2022.

COLAK, O. et al. Tomographic assessment of palatal suture opening pattern and pterygopalatine suture disarticulation in the axial plane after midfacial skeletal expansion. *Prog. Orthod.*, v. 21, n. 21, p. 1-9, 2020.

CUNHA, A. C. et al. Miniscrew-assisted rapid palatal expansion for managing arch perimeter in an adult patient. *Dental Press J. Orthod.*, v. 22, n. 3, p. 97-108, 2017.

FERNANDES, L. Q. P.; CAPELLI JR, J.; MIGUEL, J. A. M. Expansão Maxilar Apoiada em Mini-implantes (MARPE) – guia prático para planejamento e instalação. *Orthod. Sci. Pract.*, v. 13, n. 52, p. 10-24, 2020.

GARIB, D. G. et al. Expansão rápida da maxila ancorada em implantes – uma nova proposta para expansão ortopédica na dentadura permanente. *R. Dental Press Ortodon. Ortop. Facial*, v. 12, n. 3, p. 75-81, 2007.

GORGULU, S. et al. Nasal cavity volume changes after rapid maxillary expansion in adolescents evaluated with 3-dimensional simulation and modeling programs. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 140, n. 5, p. 633-640, 2011.

HAAS, A. J. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod.*, v. 31, n. 2, p. 73-89, 1961.

HARALAMBIDIS, A. et al. Morphologic changes of the nasal cavity induced by rapid maxillary expansion: A study on 3-dimensional computed tomography models. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 136, n. 6, p. 815-821, 2009.

HOURFAR, J. et al. Differential treatment effects of two anchorage systems for rapid maxillary expansion: a retrospective cephalometric study. *J. Orofac. Orthop.*, v. 77, p. 314-324, 2016.

JEON, J. Y. et al. The success and effectiveness of miniscrew-assisted rapid palatal expansion are age- and sex-dependent. *Clin. Oral Investig.*, v. 26, p. 2993-3003, 2022.

JIA, H. et al. Comparison of skeletal maxillary transverse deficiency treated by microimplant-assisted rapid palatal expansion and tooth-borne expansion during the post-pubertal growth spurt stage: A prospective cone beam computed tomography study. *Angle Orthod.*, v. 91, n. 1, p. 36-45, 2021.

KORBMACHER, H. et al. Clinical profile of rapid maxillary expansion – outcome of a national inquiry. *J. Orofac. Orthop.*, v. 66, n. 6, p. 455-468, 2005.

LADEWIG, V. M. et al. Tomographic evaluation of the maturation stage of the midpalatal suture in postadolescents. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 153, n. 6, p. 818-824, 2018.

LAGRAVERE, M. O. et al. Transverse, vertical, and anteroposterior changes from bone-anchored maxillary expansion vs traditional rapid maxillary expansion: A randomized clinical trial. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 137, n. 3, p. 304.e1-304.e12, 2010.

LAGRAVERE, M. O.; MAJOR, P. W.; FLORES-MIR, C. Long-term Skeletal Changes with Rapid Maxillary Expansion: a systematic review. *Angle Orthod.*, v. 75, n. 6, p. 1046–1052, 2005.

LEE, K. et al. Miniscrew-assisted nonsurgical palatal expansion before orthognathic surgery for a patient with severe mandibular prognathism. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 137, n. 6, p. 830-839, 2010.

LIM, H. et al. Stability of dental, alveolar, and skeletal changes after miniscrew-assisted rapid palatal expansion. *Korean J Orthod.*, v. 47, n. 5, p. 313-322, 2017.

LIN, L. et al. Tooth-borne vs bone-borne rapid maxillary expanders in late adolescence. *Angle Orthod.*, v. 85, n. 2, p. 253–262, 2015.

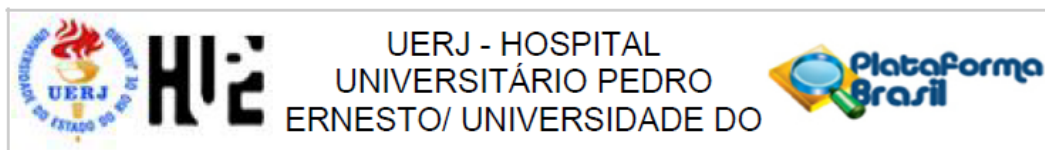
LIU, S.; XU, T.; ZOU, W. Effects of rapid maxillary expansion on the midpalatal suture: a systematic review. *Eur. J. Orthod.*, v. 37, n. 6, p. 651-655, 2015.

MCNAMARA, J. A., Jr. Long-term adaptations to changes in the transverse dimension in children and adolescents: An overview. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 129, n. 4, p. S71-S74, 2006.

MEHTA, S. et al. Long-term effects on alveolar bone with bone-anchored and tooth-anchored rapid palatal expansion. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 161, n. 4, p. 519-528, 2022.

- MOHAN, C. N. et al. Long-term stability of rapid palatal expansion in the mixed dentition vs the permanent dentition. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 149, n. 6, p. 856-862, 2016.
- MOSLEH, M. I. et al. Comparison of transverse changes during maxillary expansion with 4-point bone-borne and tooth-borne maxillary expanders. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 148, n. 4, p. 599-607, 2015.
- NGAN, P. et al. Skeletal, Dentoalveolar, and Periodontal Changes of Skeletally Matured Patients with Maxillary Deficiency Treated with Microimplant-assisted Rapid Palatal Expansion Appliances: A Pilot Study. *APOS Trends Orthod.*, v. 8, n. 2, p. 71-85, 2018
- OZBEK, M. M. et al. Stability of maxillary expansion and tongue posture. *Angle Orthod.*, v. 79, n. 2, p. 214–220, 2009.
- PAREDES, N. et al. Differential assessment of skeletal, alveolar, and dental components induced by microimplant-supported midfacial skeletal expander (MSE), utilizing novel angular measurements from the fulcrum. *Prog. Orthod.*, v. 21, n. 18, p. 1-12, 2020.
- PARK, J. J. et al. Skeletal and dentoalveolar changes after miniscrew-assisted rapid palatal expansion in young adults: A cone-beam computed tomography study. *Korean J. Orthod.*, v. 47, n. 2, p. 77-86, 2017.
- RINALDI, M. R. L. et al. Cone-beam computed tomography evaluation of bone plate and root length after maxillary expansion using tooth-borne and tooth-tissue-borne banded expanders. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 154, n. 4, p. 504-516, 2018.
- SHIN, H. et al. Predictors of midpalatal suture expansion by miniscrew-assisted rapid palatal expansion in Young adults: A preliminary study. *Korean J Orthod.*, v. 49, n. 6, p. 360-371, 2019.
- SMITH, T. et al. Three-dimensional computed tomography analysis of airway volume changes after rapid maxillary expansion. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 141, n. 5, p. 618-626, 2012.
- TOKLU, M. G.; GERMEC-CAKAN, D.; TOZLU, M. Periodontal, dentoalveolar, and skeletal effects of tooth-borne and tooth-bone-borne expansion appliances. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 148, n. 1, p. 97-109, 2015.
- WOLLER, J. L. et al. An assessment of the maxilla after rapid maxillary expansion using cone beam computed tomography in growing children. *Dental Press J. Orthod.*, v. 19, n. 1, p. 26-35, 2014.
- YOON, A. et al. A retrospective analysis of the complications associated with miniscrew-assisted rapid palatal expansion. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. Clinical Companion*, v. 2, n. 5, p. 423-430, 2022.

## ANEXO A - Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DA EMENDA**

**Título da Pesquisa:** Avaliação dos efeitos esqueléticos, dentários e faciais após expansão rápida da maxila em pacientes pós-surto de crescimento puberal

**Pesquisador:** Luciana Quintanilha Pires Fernandes

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 13028219.0.0000.5259

**Instituição Proponente:** Hospital Universitário Pedro Ernesto

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 3.445.488

**Apresentação do Projeto:**

Será realizado um ensaio clínico, com intuito de avaliar os efeitos esqueléticos, dentários e faciais após expansão rápida da maxila (ERM) em pacientes pós-surto de crescimento puberal. Para isto, serão selecionados 30 pacientes com mordida cruzada posterior, divididos em dois grupos, de acordo com o tratamento recebido: Grupo 1 (EDS) será tratado com expansor fixo dento-suportado do tipo hyrax; e Grupo 2 (EOS) será tratado com expansor fixo ósseo-suportado (MARPE - miniscrew-assisted rapid palatal expansion). Os pacientes realizarão tomografias computadorizadas do tipo cone beam (CBCT) em três tempos: antes (T1) e após (T2) a fase de ERM e após 6 meses de contenção (T3). Os efeitos esqueléticos serão

avaliados no software Dolphin Imaging® versão 11.9, e os primeiros e segundos pré-molares e os primeiros e segundos molares serão segmentados no software ITK-SNAP® versão 3.8 e exportados para o software Geomagic Qualify® 2013, para que as alterações na inclinação axial possam ser avaliadas. Além disso, será avaliada a alteração no volume da via aérea superior, através do software Dolphin Imaging® versão 11.9. A avaliação das alterações faciais será realizada através da sobreposição do tecido mole obtido da CBCT no software Geomagic Qualify® 2013.

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário:

Comparar os efeitos esqueléticos, dentários e faciais da ERM dento-suportada e ósseo-suportada

**Endereço:** Avenida 28 de Setembro 77 - Térreo

**Bairro:** Vila Isabel

**CEP:** 20.551-030

**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)2868-8253

**E-mail:** cep.hupe.interno@gmail.com



Continuação do Parecer: 3.445.488

em pacientes pós-surto de crescimento puberal.

Objetivo Secundário:

a) Avaliar as alterações transversais da maxila da região dentoalveolar até a base do nariz;b) Avaliar as inclinações axiais dos dentes posteriores superiores e o aumento das distâncias inter-molares e inter-caninos;c) Avaliar as alterações de volume da via aérea superior;d) Avaliar as alterações faciais, em especial na região da base do nariz.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Segundo a pesquisadora:

Riscos:

Os riscos envolvidos estão associados ao tratamento ortodôntico com aparelhos fixos expansores, como maior dificuldade de higienização e ulcerações na mucosa.

Benefícios:

Todos os participantes receberão os benefícios do tratamento ortodôntico, considerando os aspectos estéticos e funcionais.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Serão selecionados 30 pacientes com indicação de ERM na clínica de Especialização em Ortodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) que serão divididos em 2 grupos de acordo com o tratamento recebido: Grupo 1 (EDS) será tratado com expansor fixo dento-suportado do tipo hyrax e Grupo 2 (EOS) será tratado com expansor fixo ósseo-suportado (MARPE - miniscrew-assisted rapid palatal expansion).

A pesquisa está bem estruturada e o referencial teórico e metodológico estão explicitados, demonstrando aprofundamento e conhecimento necessários para sua realização. As referências estão adequadas e a pesquisa é exequível.

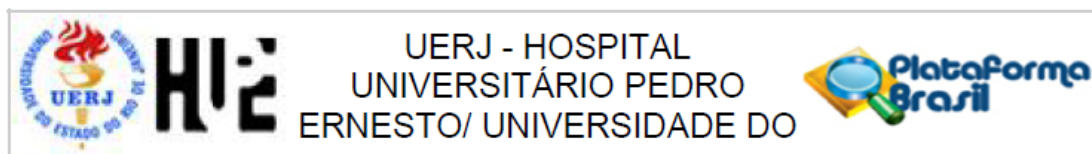
**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os documentos de apresentação obrigatória foram enviados a este Comitê, estando dentro das boas práticas e apresentando todos dados necessários para apreciação ética e tendo sido avaliadas as informações contidas na Plataforma Brasil e as mesmas se encontram dentro das normas vigentes e sem riscos iminentes aos participantes envolvidos de pesquisa.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

O projeto pode ser realizado da forma como está apresentado. Diante do exposto e à luz da

Endereço: Avenida 28 de Setembro 77 - Térreo  
 Bairro: Vila Isabel CEP: 20.551-030  
 UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO  
 Telefone: (21)2868-8253 E-mail: cep.hupe.interno@gmail.com



Continuação do Parecer: 3.445.488

Resolução CNS nº466/2012, o projeto pode ser enquadrado na categoria – APROVADO.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Em consonância com a resolução CNS 466/12 e a Norma Operacional CNS 001/13, em caso de indicação pelo CEP de pendência (s) no protocolo de pesquisa, o pesquisador terá trinta (30) dias contados da emissão do parecer na Plataforma Brasil para atendê-la (s). Após esse prazo, o CEP terá trinta (30) dias para emitir o parecer final, aprovando ou reprovando o protocolo. Caso o pesquisador deixe de cumprir o prazo de trinta (30) dias para resolução da (s) pendência (s) indicadas pelo CEP, o protocolo de pesquisa passará da condição de pendente para arquivado.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

| Tipo Documento  | Arquivo                               | Postagem               | Autor                               | Situação |
|---|---------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto                            | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1385453_E1.pdf | 24/06/2019<br>22:11:56 |                                     | Aceito   |
| Outros  | Emenda.doc                            | 24/06/2019<br>22:10:28 | Luciana Quintanilha Pires Fernandes | Aceito   |
| Outros  | Declaracao_de_Ciencia.pdf             | 18/04/2019<br>11:50:14 | Luciana Quintanilha Pires Fernandes | Aceito   |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE.doc                              | 18/04/2019<br>11:49:11 | Luciana Quintanilha Pires Fernandes | Aceito   |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | Assentimento.doc                      | 18/04/2019<br>11:48:28 | Luciana Quintanilha Pires Fernandes | Aceito   |
| Folha de Rosto  | Folha_de_Rosto.pdf                    | 18/04/2019<br>11:48:07 | Luciana Quintanilha Pires Fernandes | Aceito   |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador                 | Projeto_detalhado.doc                 | 15/04/2019<br>14:46:07 | Luciana Quintanilha Pires Fernandes | Aceito   |

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

Endereço: Avenida 28 de Setembro 77 - Térreo  
 Bairro: Vila Isabel CEP: 20.551-030  
 UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO  
 Telefone: (21)2868-8253 E-mail: cep.hupe.interno@gmail.com





Continuação do Parecer: 3.445.488

RIO DE JANEIRO, 09 de Julho de 2019

---

**Assinado por:**  
**WILLE OIGMAN**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Avenida 28 de Setembro 77 - Térreo  
**Bairro:** Vila Isabel **CEP:** 20.551-030  
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO  
**Telefone:** (21)2868-8253 **E-mail:** cep.hupe.interno@gmail.com

## ANEXO B - Artigo publicado com a metodologia da pesquisa



## COMO SE FAZ

### Expansão Maxilar Apoiada em Mini-implantes (MARPE) – guia prático para planejamento e instalação

#### Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE) – practical guide for planning and installation

Luciana Quintanilha Feres Fernandez<sup>1</sup>  
Jonas Capelli<sup>2</sup>  
José Augusto Mendes Miguel<sup>3</sup>

#### Resumo

A expansão rápida da maxila (ERM) é uma alternativa de tratamento ortodôntico que visa o aumento no sentido transversal da maxila, através da separação da sutura palatina mediana (SPM). A expansão maxilar apoiada em mini-implantes (MARPE, do inglês Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expansion) visa potencializar os efeitos ortopédicos da ERM através da ancoragem esquelética. Assim o objetivo deste artigo é fornecer um guia para planejamento da MARPE em tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) e para instalação do aparelho expansor com essa técnica. Além disso será apresentado um relato de caso de um paciente do sexo masculino, 16 anos e 3 meses de idade, caucasiano, portador da má-oclusão de Classe II, 1ª divisão subdivisão direita, mordida cruzada posterior do lado direito e arcada superior atresica, em fase de pós-surto de crescimento puberal. O paciente foi tratado com MARPE, por um período de 5 semanas, quando foi alcançada a sobrecorreção da mordida cruzada, correção da atresia maxilar, abertura da SPM e criação de um diastema transitório entre os incisivos superiores, evidenciando o sucesso da técnica MARPE em um paciente pós-surto de crescimento puberal.

**Descritores:** Técnica de expansão palatina, má-oclusão, procedimentos de ancoragem ortodôntica.

#### Abstract

Rapid maxillary expansion (RME) is an orthodontic treatment alternative that aims to increase the transverse direction of the maxilla by separating the median palatine suture (MPS). miniscrew-assisted rapid palatal expansion (MARPE) aims to enhance the orthopedic effects of RME through skeletal anchorage. Thus, the aim of this article is to provide a guide for MARPE planning in cone beam computed tomography (CBCT) and for installation of the expander device with this technique. In addition, a case report of a Caucasian male patient, 16 years and 3 months old with Class II malocclusion, division 1 right subdivision, posterior crossbite of the right side and atresic upper arch in the post-pubertal growth spurt phase will be presented. The patient was treated with MARPE for a period of 5 weeks, when overcorrection of crossbite, correction of maxillary atresia, opening of PMS and creation of a transient diastema between the upper incisors were achieved, evidencing the success of the MARPE technique in a post-pubertal growth spurt patient.

**Descriptors:** Palatal expansion technique, malocclusion, orthodontic anchorage procedures.

<sup>1</sup> Aluna de Doutorado em Odontologia – UERJ, Especialista em Ortodontia e Ortopedia Facial – UERJ, Mestre em Odontologia – UERJ.  
<sup>2</sup> Professor Titular da Disciplina de Ortodontia - UERJ, Especialista em Ortodontia e Ortopedia Facial – UERJ, Doutor em Odontologia - UERJ, Diplomado pelo Board Brasileiro de Ortodontia e Ortopedia Facial.  
<sup>3</sup> Professor Associado da Disciplina de Ortodontia - UERJ, Especialista em Ortodontia e Ortopedia Facial – UERJ, Mestre (UERJ) e Doutor (UFFJ) em Odontologia, Diplomado pelo Board Brasileiro de Ortodontia e Ortopedia Facial.

E-mail do autor: jgfermes@hotmali.com

Como citar este artigo:  
Fernandes LQF, Capelli Júnior J, Miguel JAM. Expansão Maxilar Apoiada em Mini-Implantes (MARPE): guia prático para planejamento e instalação. Orthod. Sci. Pract. 2020; 13(52):10-24.  
DOI:



Orthod. Sci. Pract. 2020; 13(52):10-24.

## Introdução

A expansão rápida da maxila (ERM) é uma alternativa de tratamento ortodôntico que visa o aumento no sentido transversal da maxila, através da separação da sutura palatina mediana (SPM)<sup>1</sup>. Angell (1860)<sup>2</sup> foi o primeiro a descrever a técnica, que se popularizou 100 anos depois, através dos achados de Haas (1961)<sup>3</sup>. É indicada para correção da mordida cruzada posterior uni ou bilateral, aumento do perímetro do arco para reduzir apinhamento dentário suave a moderado e correção da atresia maxilar<sup>4,5,6</sup>. Diferentes técnicas já foram descritas para ERM, dentre elas: (1) a expansão ortopédica da maxila convencional, em que o dispositivo é apoiado nos dentes de padentes em fase de crescimento com a SPM ainda não ossificada<sup>7</sup>; (2) a expansão maxilar apoiada em mini-implantes (MARPE, do inglês *Mini-crew-assisted Rapid Palatal Expansion*), que visa potencializar os efeitos ortopédicos da ERM através da ancoragem esquelética<sup>8,9</sup> e (3) a Expansão Rápida da Maxila Assistida Cirurgicamente (ERMAC) indicada para casos de discrepância transversal de pacientes que já não apresentam mais crescimento e em que a SPM se encontra totalmente ossificada<sup>6</sup>. Em geral, a escolha por uma dessas técnicas vai depender do estágio de crescimento do paciente no momento do tratamento e da severidade da má-oclusão.

O momento apropriado para a ERM é bastante discutido, pois se deseja tratar o paciente na idade em que os efeitos esqueléticos sejam maiores do que os efeitos dentoalveolares. Bishara et al (1997)<sup>10</sup> avaliaram as distâncias intercaninos e intermolares ao longo dos anos e observaram que a dimensão transversal dos arcos está estabelecida por volta dos 13 anos, quando a erupção dos dentes permanentes está completa. Os autores concluíram que a expansão das arcadas após essa idade não deve ser realizada. Entretanto, estudos que avaliaram a SPM encontraram que pacientes até 25 anos apresentam pequena ou nenhuma ossificação da sutura, o que permitiria a ERM nesses pacientes, apesar de existir uma grande variação individual no grau de obliteração e interdigitação da sutura, que faz com que a idade não seja um parâmetro para explicar o aumento da resistência à ERM<sup>11,12,13</sup>. Angelleri et al (2013)<sup>14</sup> propuseram a classificação em 5 estágios maturacionais da SPM através da avaliação de tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC), com intuito de estimar o prognóstico da ERM, principalmente na adolescência e na fase adulta jovem, já que é nessa faixa etária que esse tratamento se apresenta imprevisível clinicamente. De acordo com os autores, nos estágios A e B são esperados maiores efeitos esqueléticos da ERM, quando comparados ao estágio C, visto que nessa fase já se observam muitas pontes ósseas ao longo da sutura. Nos estágios D e E, em que a fusão da SPM ocorreu parcial ou totalmente, a ERMAC seria mais indicada.

Diversos dispositivos fixos e removíveis foram descritos para realização da ERM convencional, sem diferença quanto a sua eficiência<sup>15</sup>. Em geral, esses aparelhos se apoiam nos molares permanentes, pré-molares ou molares decíduos. É considerada uma forma de tratamento estável, desde que seja planejado um adequado tempo de contenção pós-expansão, com o intuito de consolidar as suturas que sofreram disjunção<sup>4</sup>. Dentre os principais achados estão a abertura da SPM e de outras suturas maxilares<sup>16</sup>, aumento da cavidade nasal<sup>17</sup>, aumento da altura facial anterior e posterior<sup>18</sup>, aumento da distância intermolar e intercaninos superiores<sup>19</sup>, expansão espontânea do arco inferior<sup>20</sup> e criação de diastema transitório entre os incisivos centrais superiores<sup>21</sup>. Entretanto uma vez que a força aplicada para expansão é unicamente dissipada através dos dentes de apoio, os efeitos obtidos não são apenas esqueléticos, mas também dentoalveolares. Efeitos indesejáveis como inclinação vestibular acentuada dos dentes de apoio<sup>1,14,22,23</sup>, perda óssea na região vestibular<sup>24</sup>, reabsorção radicular<sup>25</sup> e surgimento de deiscência e fenestração ósseas<sup>26</sup> já foram descritos.

Com intuito de minimizar os efeitos dentoalveolares, aumentar ainda mais o perímetro do arco, preservar a anatomia e saúde dos tecidos periodontais e aumentar a estabilidade da expansão foi proposta a técnica da ERM realizada com auxílio de mini-implantes<sup>27</sup>, conhecida como MARPE. Já foram descritos expansores ósseo-suportados (apoiados apenas no osso palatino através dos mini-implantes), assim como expansores dento-ósseo suportados, cujo apoio é no palato e nos dentes<sup>28</sup>. As vantagens dos expansores dento-ósseo-suportados são a facilidade de instalação, já que essa é orientada pelas bandas ortodônticas, assim como maior estabilidade do expansor durante a fase de contenção, diminuindo o risco de formação de granuloma recobrimdo os mini-implantes. Estudos que compararam essa técnica com a convencional encontraram maior expansão ortopédica nos pacientes que utilizaram ancoragem esquelética<sup>29,30</sup>, assim como maior aumento da cavidade nasal<sup>31</sup>, menor aumento da distância entre pré-molares<sup>32,33</sup> e pequeno avanço sagital da maxila<sup>34</sup>. Além disso, esses dispositivos podem ser usados na ERMAC com objetivo de evitar a inclinação dos dentes posteriores e a reabsorção óssea nessa região<sup>35</sup>. Diversos relatos de casos publicados na literatura mostraram pacientes pós-surto de crescimento puberal tratados com MARPE, que apresentaram resultados finais satisfatórios<sup>36,37</sup>.

Em geral, o expansor mais comumente utilizado na técnica MARPE é dento-ósseo-suportado, possui 4 mini-implantes instalados próximos à SPM e hastes bilaterais que unem o expansor às bandas ortodônticas, que são cimentadas nos primeiros molares superiores permanen-

12

tes<sup>24</sup>. Para o planejamento desse aparelho, é essencial que seja realizada uma TCFC para que as espessuras ósseas e da mucosa possam ser medidas e para verificar se há alguma alteração anatômica na região, como desvio de septo nasal ou invaginação do seio maxilar (Figura 1). Além disso as medidas obtidas na TCFC vão determinar o tamanho dos mini-implantes, uma vez que estes pre-

cisam ser bicorticais, para que se alcance uma maior estabilidade e diminua o risco de deformação e fratura dos mini-implantes<sup>24</sup>. Portanto, para o sucesso da MARPE, é importante um criterioso diagnóstico e planejamento, assim como alguns cuidados no momento da instalação e do acompanhamento durante a expansão, que serão descritos no relato de caso a seguir.



**Figura 1** – Corte coronal da TCFC na região dos primeiros molares ilustrando a invaginação do seio maxilar (seta amarela), contraindicando a inserção do mini-implante nesta região deste paciente.

## Relato de caso

### Diagnóstico e Etiologia

Paciente do sexo masculino, 16 anos e 3 meses de idade, caucasiano, dentição permanente completa compareceu à clínica do Curso de Especialização em Ortodontia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro com a seguinte queixa principal: "meus dentes da frente não encostam e eu mordo torto com os dentes de trás."

Durante o exame clínico, observou-se que o paciente apresentava má-oclusão de Classe II, 1ª divisão

subdivisão direita, mordida cruzada posterior do lado direito, arcada superior atrésca e inferior parabólica, mordida aberta anterior de 5 mm, transpasse horizontal de 3 mm, suave falta de espaço em ambas as arcadas, deglutição e fonação atípicas com interposição lingual e impacção do segundo molar inferior direito. O perfil era convexo com o lábio superior e inferior ultrapassando a linha "S" de Steiner<sup>24</sup> (3 mm e 2 mm, respectivamente) - (Figura 2 A-H).





Figura 2 (A-H) – Fotografias iniciais A-C) extra e D-H) intraorais.

No aspecto esquelético, o paciente apresentava Classe II esquelética ( $ANB = 5^\circ$ ), padrão de crescimento horizontal ( $SNL.GoGn = 21^\circ$ ) e incisivos superiores e inferiores projetados ( $1.NA = 34^\circ$  e  $1-NA = 9$  mm;  $1.NB = 39^\circ$ ;  $1-NB = 10$  mm,  $IMPA = 112^\circ$ ), resultados da interposição lingual. A análise das vértebras cervicais

na radiografia cefalométrica de perfil mostrou que o paciente estava no estágio CSS, significando que o mesmo já havia passado pelo surto de crescimento puberal e estava no final de sua curva de crescimento (Figura 3 A-B).

Revista Brasileira de Ortodontia e Ortopedia



Figura 3 (A-B) – Radiografias cefalométrica iniciais de A) perfil e B) panorâmica.

### Plano de tratamento

O plano de tratamento ortodôntico desse paciente foi dividido em duas fases: a primeira fase teve como objetivo solucionar a deficiência transversal do paciente, através da ERM para correção da mordida cruzada posterior e melhora da forma da arcada superior; e a segunda fase contemplou o tratamento ortodôntico corretivo e o encaminhamento para tratamento fono-audiológico. Neste artigo, será apresentada apenas a primeira fase do tratamento ortodôntico.

#### Planejamento da MARPE

Para planejamento da MARPE é necessário que seja avaliada a TCFC do paciente. Diversos softwares podem ser utilizados para manipulação deste exame, como Dolphin (Dolphin Imaging & Management solutions, Chatsworth, Califórnia, USA), CS 3D Imaging Software (Carestream Dental LLC, Atlanta, Geórgia,

USA), InVivoDental (Anatomage, San Jose, Califórnia, USA), DentalSlice (DentalSlice, Brasília, Distrito Federal, Brasil), ITK-SNAP ou 3DSlicer<sup>®</sup>. No presente caso, foi utilizado o CS 3D Imaging Software, já que é um software aberto e que permite manipulação e medição dos cortes tomográficos.

Na TCFC de face deste paciente observou-se que, segundo a classificação proposta por Angeleri et al (2013)<sup>24</sup>, o paciente apresentava o estágio D de maturação da SPM (Figura 4). Com isso, uma vez que o paciente estava no final de sua curva de crescimento e não apresentava uma deficiência transversal severa, optou-se por realizar a ERM com a técnica MARPE, com intuito de obter maiores efeitos esqueléticos e minimizar os efeitos dentoalveolares que poderiam ocorrer com a ERM convencional<sup>25,26</sup>.

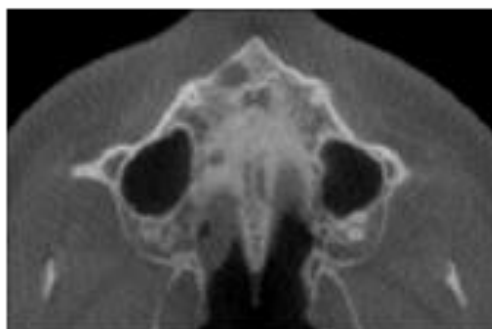


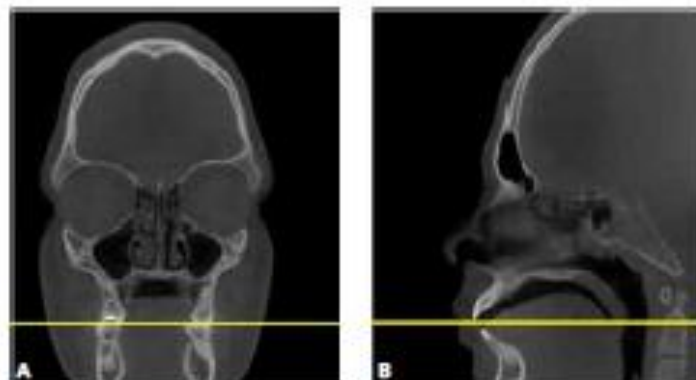
Figura 4 – Corte axial da TCFC mostrando que o paciente apresentava o estágio D de maturação da SPM.

Inicialmente, é necessário avaliar na TCFC se o paciente apresenta espessura óssea suficiente para receber os mini-implantes, assim como se existe alguma alteração anatômica que contra-indique a inserção dos mini-implantes na região. Uma vez que o presente paciente apresentava uma condição óssea adequada, prosseguiu-

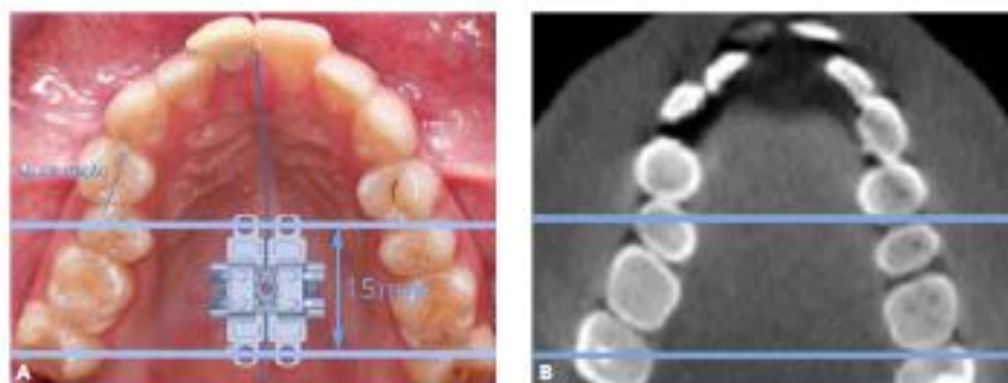
-se com as medições para determinar o tamanho adequado dos mini-implantes, com o objetivo de alcançar a bicorticalização dos mesmos. Para isto, a TCFC deve ser orientada de forma que o plano axial coincida com o plano oclusal (ponta de cúspide dos primeiros molares superiores e borda incisal do incisivo central superior) - (Figura 5 A-B). Feito isto, define-se uma referência den-

tária da região, onde serão instalados os mini-implantes anteriores e posteriores (no presente caso, distal do primeiro pré-molar esquerdo e distal do primeiro molar esquerdo, respectivamente), e a partir dessa referência, são feitos dois cortes coronais da TCFC com distância de 15 mm entre si (distância entre os eixos de inserção

dos mini-implantes anteriores e posteriores), para medição da mucosa e da espessura óssea (Figuras 6 A-D). Por isso, para que seja possível avaliar o limite inferior da mucosa, é importante solicitar que o paciente permaneça com a língua afastada do palato no momento da realização da TCFC (Figura 7 A-B).



**Figura 5 (A-B)** – Corte A) coronal e B) sagital da TCFC coincidindo com o plano oclusal do paciente.



**Figuras 6 (A-D)** – A) ilustração do posicionamento do expansor por vista oclusal e B) localização de acordo com as referências dentárias (linhas azuis), de onde os cortes coronais devem ser realizados na TCFC. Cortes coronais para medição dos mini-implantes C) anteriores e D) posteriores. A imagem oclusal (A) foi cedida pelo Laboratório Kika Ortodontia.

Revista de Ortodontia, Capitulo 2, Artigo 2/AMC

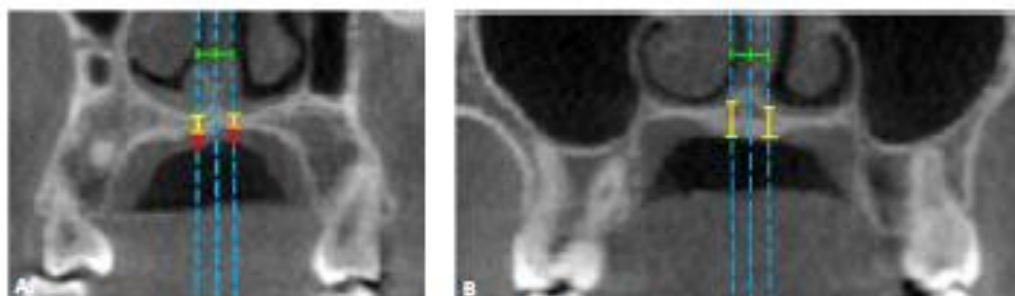


**Figura 7 (A-B)** – Exemplo de TCFC realizada A) com e B) sem a língua afastada do palato, mostrando que apenas no primeiro caso é possível determinar a espessura da mucosa (seta amarela).

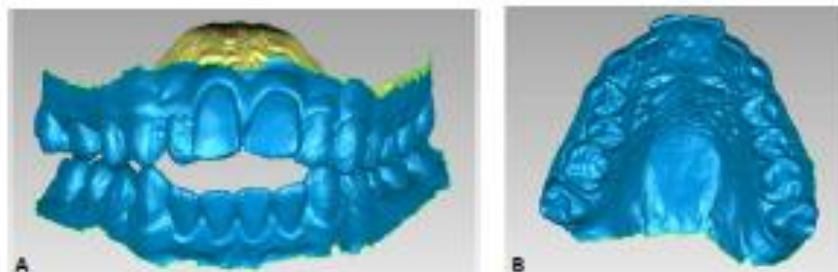
A partir do corte coronal, tais medidas são realizadas respeitando-se a distância de 5 mm no sentido transversal em que serão inseridos os mini-implantes, de forma a ficarem equidistantes da SPM (Figura 8 A-B). As medidas de espessura da mucosa e óssea, somam-se a distância entre o palato e o expansor, o comprimento do eixo do expansor onde serão inseridos os mini-implantes e mais 1 a 2 mm para garantir que a ponta do mini-implante ultrapasse a cortical nasal. Com isso, é estabelecido o tamanho ideal do mini-implante para cada região<sup>16</sup>. Para o presente paciente, os mini-implantes selecionados foram HS MARPE 1.8 X 5 X 4 mm para o lado esquerdo anterior e posterior e HS MARPE 1.8 X 7 X 4 mm para o lado direito anterior e

posterior e o expansor foi do tipo MARPE EX. Tanto os mini-implantes, quanto o expansor e os instrumentais específicos para instalação do expansor foram da empresa PecLab (Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil).

Foram colocados elásticos de separação nos primeiros molares superiores e, 7 dias depois, foi realizado o escaneamento intraoral do paciente (Figura 9 A-B). Tais elásticos devem ser removidos minutos antes do escaneamento intraoral. O arquivo gerado no formato .STL (estereolitografia) foi enviado ao Laboratório Kika Ortodontia (Sorocaba, São Paulo, Brasil), para que junto com o planejamento realizado na TCFC, o expansor fosse confeccionado sobre o modelo virtual do paciente.



**Figura 8 (A-B)** – Cortes coronais para medição dos mini-implantes A) anteriores e B) posteriores. Linhas azuis pontilhadas mostram o local exato da medição; linhas verdes mostram a distância transversal de 5 mm dos mini-implantes direito e esquerdo, equidistantes 2,5 mm da SPM; linhas amarelas mostram a espessura óssea de uma cortical a outra e linhas vermelhas mostram a espessura da mucosa palatina (note que na região posterior, por ser uma mucosa mais fina, esta não pode ser aferida na TCFC).



**Figura 9 (A-B)** – Vista frontal dos modelos digitais A) em oclusão e B) vista occlusal da arcada superior onde o expansor será confeccionado.



#### Instalação do expansor (Técnica MARPE)

Para instalação do expansor é necessária uma consulta 7 dias antes, para que sejam recolocados os elásticos de separação nos primeiros molares superiores. No dia da consulta, é importante que todo material

que será utilizado seja previamente separado, para otimizar o tempo de instalação do expansor (Tabela 1). Aqueles materiais que não são descartáveis devem ser adequadamente esterilizados para evitar contaminação do paciente.

**Tabela 1 – Material utilizado para instalação do expansor na técnica MARPE.**

| Esterilizáveis                          | Descartáveis                                | Outros  |
|---|---|---|
| Contra-ângulo                           | Copinho de café                             | Cuba de borracha                                    |
| Escova de Robinson                      | Roleta de algodão                           | Álcool líquido 70%                                  |
| Espelho bucal                           | Gaze estéril                                | Enxaguante bucal com gluconato de clorexidina 0,12% |
| Sonda milimetrada                       | Sugador cirúrgico descartável               | Pasta profilática                                   |
| Sonda exploradora                       | Aguilha descartável                         | Fio dental  |
| Seringa carpule                         | Anestésico local com vasoconstritor estéril | Anestésico tópico                                   |
| Alicate ortodôntico Angles 139          |   | Ionômero de vidro para cimentação                   |
| Alicate ortodôntico removedor de bandas |   | Fotopolimerizador                                   |
| Calçador de bandas I 300                |   | Aparelho expansor                                   |
| Calçador de bandas com ponta triangular |   | Chave de ativação do aparelho expansor              |
| Espátula para manipulação               |   |   |
| Placa de vidro                          |   |   |
| Mini-implantes pré-selecionados         |   |   |
| Kit para instalação dos mini-implantes  |   |   |

Inicialmente, os elásticos de separação nos primeiros molares são removidos e o paciente deve fazer um bochecho por 30 segundos com o enxaguante bucal com gluconato de clorexidina 0,12%. Enquanto isso, o expansor deve ficar submerso em álcool líquido 70% em uma cuba de borracha para desinfecção.

Após o bochecho, deve ser realizada uma minuciosa profilaxia dos dentes, em especial dos primeiros molares superiores, com escova de Robinson e pasta profilática e fio dental (Figura 10). Uma vez removidos eventuais resíduos alimentares e placa bacteriana,

deve-se seguir com a prova do expansor (Figura 11). Nesta etapa, é importante verificar se as bandas ortodônticas estão bem adaptadas aos primeiros molares e se o expansor está afastado da mucosa do palato assim como foi planejado, com auxílio de uma sonda milimetrada. Caso seja necessário algum ajuste no expansor para melhor adaptação, este deve ser realizado neste momento, com auxílio do alicate ortodôntico Angles 139, com muita cautela para não provocar nenhuma distorção no expansor.



**Figura 10 –** Profilaxia dos dentes sendo realizada com escova de Robinson e pasta profilática.



**Figura 11 –** Prova do expansor sendo realizada com calçador de bandas com ponta triangular.

Fernandes IGF, Capelli L, Albuquerque AM

Após verificada a adaptação do expensor, esse deve ser removido para que a anestesia local do palato seja realizada. Antes de iniciar a anestesia, é importante secar a mucosa palatina para que o anestésico tóxico tenha melhor efeito. O mesmo deve ser friccionado com uma gaze estéril por 2 minutos em toda região a ser anestesiada (Figura 12). Feito isso, prossegue-se



Figura 12 – Aplicação do anestésico tóxico com gaze estéril.

com a anestesia local utilizando-se a seringa carpule, agulha descartável e anestésico local com vasoconstritor (Figura 13). É importante obter, ao final da anestesia, uma aparência isquêmica da mucosa palatina, certificando-se de que a região onde serão inseridos os 4 mini-implantes foi contemplada com a anestesia.



Figura 13 – Anestesia local utilizando a seringa carpule, agulha descartável e anestésico local com vasoconstritor.

Enquanto espera-se o efeito do anestésico, o expensor pode ser cimentado com ionômero de vidro para cimentação, respeitando-se o isolamento relativo com roletes de algodão ou gaze estéril e sugador cirúrgico descartável, para que não haja contaminação e posterior falha na cimentação. O ionômero de vidro deve ser manipulado com espátula de manipulação

na placa de vidro e deve preencher ambas as bandas ortodônticas. Após inserido adequadamente o expensor, devem ser removidos os excessos de cimento em ambas as bandas ortodônticas e deve-se, então, seguir com a fotopolimerização para finalizar a cimentação do expensor (Figura 14 A-C).



Figura 14 (A-C) – A) Manipulação do ionômero de vidro com espátula de manipulação na placa de vidro, B) inserção e C) fotopolimerização para finalizar a cimentação do expensor.

Antes de iniciar a inserção dos mini-implantes, é importante verificar com auxílio de uma sonda exploradora se o efeito anestésico já ocorreu, para que o paciente não sinta dor nesta etapa (Figura 15). Uma gaze deve ser colocada próxima ao palato mole, para evitar a ingestão dos mini-implantes pelo paciente, caso estes soltem do instrumental durante a inserção (Figura 16). Sugere-se que a ordem de instalação dos mini-implan-

tes seja "em X" (ex: primeiro insere o mini-implante anterior direito, depois o mini-implante posterior esquerdo, em seguida, o mini-implante anterior esquerdo e, por último, o mini-implante posterior direito) para diminuir o risco de inclinação do expensor. Além do motor elétrico para inserção de mini-implantes, a instalação destes pode ser realizada manualmente de duas formas: (1) com a utilização da peça de mão; contra-

-ângulo e chave de inserção da MARPE (Figura 17 A-B) ou (2) com a utilização do torquímetro progressivo e chave bidigital (Figura 18 A-B). O tamanho da chave de

inserção da MARPE e da chave bidigital vai depender da região de inserção dos mini-implantes e, principalmente, da abertura de boca do paciente.



**Figura 15** – Verificação do efeito anestésico com auxílio de uma sonda exploradora.



**Figura 16** – Gaze estéril prévia ao palato mole para evitar a ingestão dos mini-implantes pelo paciente.



**Figura 17 (A-B)** – A) Instalação manual do mini-implante com auxílio do contra-ângulo, peça de mão e da chave de inserção da MARPE. B) Durante a inserção, os dedos devem exercer pressão no contra-ângulo.



**Figura 18 (A-B)** – A) Instalação manual do mini-implante com auxílio do torquímetro progressivo e da chave bidigital. B) Durante a inserção, não é necessário exercer pressão no torquímetro.



Finalizada a instalação (Figura 19), o paciente deve ser orientado quanto à ativação do aparelho e aos cuidados com higienização e alimentação. No presente caso, o protocolo de ativação foi de 1/4 de volta por dia, até que a sobrecorreção fosse obtida (cúspide palatina do primeiro molar superior ocluindo na cúspide vestibular do primeiro molar inferior). Em relação à alimentação, deve ser evitada a ingestão de alimentos duros e pegajosos para evitar a quebra do aparelho. Para o sucesso da expansão e da estabilidade dos mini-implantes, é importante que uma adequada higienização dos dentes e do aparelho seja realizada.

Além da utilização da escova de dentes, pasta de dente e fio dental, são recomendados o uso de uma escova dental unitária para limpeza ao redor dos mini-implantes e das hastes do expansor, assim como o uso de uma seringa descartável, para que através da força do jato de água, sejam removidos resíduos alimentares que fiquem aderidos ao aparelho. Para evitar desconforto ao paciente, devido à instalação dos 4 mini-implantes no palato, pode ser prescrito anti-inflamatório e analgésico.



**Figura 10** – Vista oclusal mostrando o expansor e os mini-implantes instalados.

#### Progresso do Tratamento

Durante a fase de ativação do expansor, é importante o acompanhamento semanal do paciente para verificar se a ativação e a higienização estão adequadas. Uma característica clínica que indica a abertura da SPM é o aparecimento do diastema entre incisivos centrais superiores (Figura 20 A-F). Caso seja observada

inflamação na região dos mini-implantes, o uso de clorexidina 0,2% em gel pode ser indicado. No presente caso, o parafuso expansor foi estabilizado na quinta semana após instalação, em que foi observada a sobrecorreção da mordida cruzada posterior (Figura 21), e mantido em posição por 6 meses para contenção da ERM.





**Figura 20 (A-F)** – Acompanhamento semanal da ERM. Vista frontal antes de iniciar a ERM, B) com 1 semana de ERM, C) 2 semanas de ERM, em que foi possível observar o diastema entre os incisivos centrais superiores, D) 3 semanas de ERM, E) 4 semanas de ERM e F) 5 semanas de ERM, em que o expansor foi estabilizado.



**Figura 21** – Vista inferior da oclusão, mostrando a sobrecorreção da mordida cruzada posterior (cúspide palatina do primeiro molar superior ocultando na cúspide vestibular do primeiro molar inferior).

## Resultados

Ao final da ERM, foi observado clinicamente um diastema de 3 mm, aumento da distância intercaninos de 3 mm e da distância intermolares de 5 mm, assim como uma melhora da forma da arcada superior (Figuras 22-24). A avaliação da TCFC mostrou a abertura da

SPM (Figura 25), confirmando a expansão esquelética obtida após ERM com a técnica MARPE, assim como a bicorticalização e o paralelismo entre os mini-implantes, mostrando que estes permaneceram estáveis ao longo do tratamento (Figura 26 A-B).



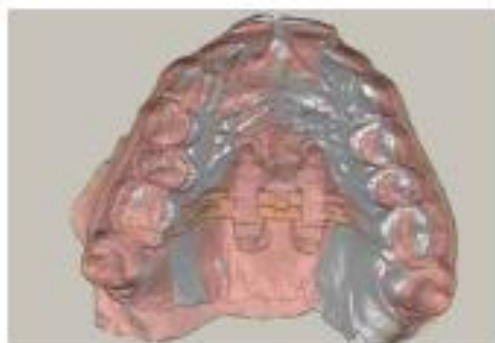
Renata R. Lopes, Capelari, Albuquerque



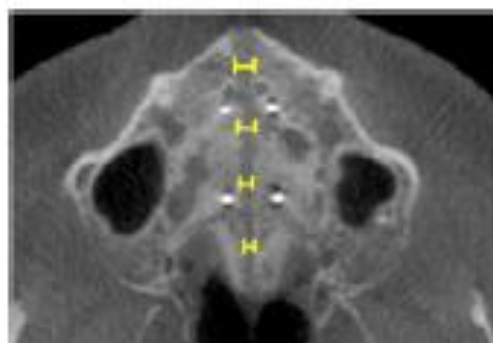
Figura 22 (A-H) – Radiografias finais A-C) extra e D-H) intraorais.



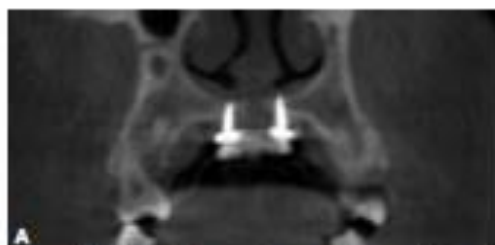
Figura 23 (A-B) – A) Vista oclusal ilustrando a melhora da abertura molar inicial do paciente; B) após a ERM, é possível observar uma arcada parabólica.



**Figura 24** – Vista oclusal da sobreposição dos modelos digitais superiores antes (branco) e após (vermelho) a ERM, mostrando que ocorreu um aumento transversal significativo da arcada superior.



**Figura 25** – Corte axial da TCFC mostrando a abertura da SPM tanto na região anterior, quanto na região posterior.



**Figura 26 (A-B)** – Cortes coronais mostrando o paralelismo entre os mini-implantes **A)** anteriores e **B)** posteriores, assim como a bicorticalização dos mesmos.



## Conclusão

Para o sucesso da ERM com a técnica MARPE é importante um correto diagnóstico, um preciso planejamento na TCFC e, no momento da instalação, que todos os passos clínicos descritos neste artigo sejam cuidadosamente realizados. No relato de caso apre-

sentado foi possível observar a abertura da SPM, assim como a correção da atresia maxilar e da mordida cruzada posterior, evidenciando o sucesso da técnica MARPE em um paciente pós-surto de crescimento puberal.

## Referências

1. Liu S, Xu T, Zou W. Effects of rapid maxillary expansion on the midpalatal suture: a systematic review. *Eur. j. orthod.* 2015; 37(8):651-655.
2. Angell EH. Treatment of irregularity of the permanent or adult teeth. *Dent. cosm.* 1860; 540-544/599-600.
3. Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. *Angle orthod.* 1961; 31(2):73-89.
4. Buschang PH. Maxillomandibular expansion: Short-term relapse potential and long-term stability. *Am. j. orthod. dentofacial orthop.* 2006; 129(4):575-579.
5. Görgülü S, Gökçe SM, Özmez H, Sağdıç D, Örs F. Nasal cavity volume changes after rapid maxillary expansion in adolescents evaluated with 3-dimensional simulation and modeling programs. *Am. j. orthod. dentofacial orthop.* 2011; 140(5):633-640.
6. McNamara Jr JA. Long-term adaptations to changes in the transverse dimension in children and adolescents: An overview. *Am. j. orthod. dentofacial orthop.* 2006; 129(4):571-574.
7. Gerib DG, Navarro RL, Francichone CE, Oltmann PVP. Expansão rápida da maxila ancorada em implantes – uma nova proposta para expansão ortopédica na dentadura permanente. *Rev. dent. press ortodon. ortop. facial.* 2007; 12(3):75-81.
8. Lee RJ, Moon W, Hong C. Effects of monocortical and bicortical mini-implant anchorage on bone-borne palatal expansion using finite element analysis. *Am. j. orthod. dentofacial orthop.* 2017; 151(5):887-897.
9. Lagravere MO, Major PW, Flores-Mir C. Dental and skeletal changes following surgically assisted rapid maxillary expansion. *Int. j. oral maxillofac. surg.* 2006; 35:481-487.

10. Bishara SE, Jacobsen JR, Treder J, Nowak A. Arch width changes from 6 weeks to 45 years of age. *Am. j. orthod. dentofacial orthop.* 1997; 111(4):401-409.
11. Knaup B, Yıldızhan F, Wehrbein H. Age-related changes in the midpalatal suture. *J. orofac. orthop.* 2004; 65:467-474.
12. Koblmacher H, Schilling A, Pöschel K, Ameling M, Kahl-Nieke B. Age-dependent three-dimensional microcomputed tomography analysis of the human midpalatal suture. *J. orofac. orthop.* 2007; 68:364-376.
13. Persson M, Thilander B. Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age. *Am. j. orthod.* 1977; 72(1):42-52.
14. Angelieri F, Cavdanes LHS, Franchi L, Gonçalves JR, Benavides E, McNamara Jr JA. Midpalatal suture maturation: Classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am. j. orthod. dentofacial orthop.* 2013; 144(5):759-769.
15. Agostino P, Ugolini A, Signori A, Silvestrini-Blavati A, Harrison JE, Riley P. Orthodontic treatment for posterior crossbites (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2014; 8:1-59.
16. Wöller J, Kim KB, Behrens RG, Buschang PH. An assessment of the maxilla after rapid maxillary expansion using cone beam computed tomography in growing children. *Dent. press j. orthod.* 2014; 19(1):26-35.
17. Almuzian M, Ju X, Almuhtar A, Aycub A, Al-Muzian L, McDonald JP. Does rapid maxillary expansion affect nasopharyngeal airway? A prospective Cone Beam Computed Tomography (CBCT) based study. *Surgeon.* 2018; 16:1-11.
18. Smith T, Ghonaima A, Stewart K, Liu S, Eckert G, Halum S et al. Three-dimensional computed tomography analysis of airway volume changes after rapid maxillary expansion. *Am. j. orthod. dentofacial orthop.* 2012; 141(5):618-626.
19. Lagrove MC, Major PW, Flores-Mir C. Long-term dental arch changes after rapid maxillary expansion treatment: a systematic review. *Angle orthod.* 2005; 75(2):155-161.
20. Canan S, Senlik NE. Comparison of the treatment effects of different rapid maxillary expansion devices on the maxilla and the mandible. Part 1: Evaluation of dentoalveolar changes. *Am. j. orthod. dentofacial orthop.* 2017; 151(6):1125-1138.
21. Bellanti F, Liona R, Baccetti T, Franchi L, Cozza P. Treatment and posttreatment skeletal effects of rapid maxillary expansion investigated with low-dose computed tomography in growing subjects. *Am. j. orthod. dentofacial orthop.* 2010; 138(3):311-317.
22. Chane-Fane C, Darqué F. Rapid maxillary expansion assisted by palatal mini-implants in adolescents – Preliminary study. *Int. orthod.* 2015; 13:96-111.
23. Lin L, Ahn H, Kim S, Moon S, Kim S, N Gerald. Tooth-borne vs bone-borne rapid maxillary expanders in late adolescence. *Angle orthod.* 2015; 85(2):253-262.
24. Calenk-Koca T, Erdinc A E, Hazer S, Harris L, English JD, Akyelcin S. Evaluation of miniscrew-supported rapid maxillary expansion in adolescents: A prospective randomized clinical trial. *Angle orthod.* 2018; 88(6):702-709.
25. Dindaroglu F, Dogan S. Evaluation and comparison of root resorption between tooth-borne and tooth-tissue borne rapid maxillary expansion appliances: a CBCT study. *Angle orthod.* 2016; 86:46-52.
26. Rinaldi MRL, Azevedo F, Lima EM, Rizzato SMD, Sameshima G, Meneses LM. Cone-beam computed tomography evaluation of bone palate and root length after maxillary expansion using tooth-borne and tooth-tissue-borne banded expanders. *Am. j. orthod. dentofacial orthop.* 2018; 154(4):504-516.
27. Lagrove MC, Carey J, Hoo G, Toogood RW, Major PW. Transverse, vertical, and anteroposterior changes from bone-anchored maxillary expansion vs traditional rapid maxillary expansion: A randomized clinical trial. *Am. j. orthod. dentofacial orthop.* 2010; 137(3):304.e1-304.e12.
28. Hourfar J, Krutzinger GSM, Ludwig B, Spindler J, Lissin JA. Differential treatment effects of two anchorage systems for rapid maxillary expansion: a retrospective cephalometric study. *J. orofac. orthop.* 2016; 77:314-324.
29. Harzer W, Schneider M, Gedrange T. Rapid Maxillary Expansion with Palatal Anchorage of the Hyrax Expansion Screw – Pilot Study with Case Presentation. *J. orofac. orthop.* 2004; 65:419-424.
30. Cunha AC, Lee H, Nojima U, Nojima MCG, Lee KJ. Miniscrew-assisted rapid palatal expansion for managing arch perimeter in an adult patient. *Dent. press j. orthod.* 2017; 22(3):97-108.
31. Hur J, Kim H, Choi Jin-Young, Suh S, Baek S. Investigation of the effects of miniscrew-assisted rapid palatal expansion on airflow in the upper airway of an adult patient with obstructive sleep apnea syndrome using computational fluid-structure interaction analysis. *Korean. j. orthod.* 2017; 47(6):353-364.
32. Cantarella D, Dominguez-Mompell R, Mallya SM, Moschik C, Chuan Pan H, Miller J et al. Changes in the midpalatal and pterygopalatine sutures induced by micro-implant-supported skeletal expander, analyzed with a novel 3D method based on CBCT imaging. *Prog. Orthod.* 2017; 18-34.
33. Lee RJ, Moon W, Hong C. Effects of monocortical and bicortical mini-implant anchorage on bone-borne palatal expansion using finite element analysis. *Am. j. orthod. dentofacial orthop.* 2017; 151(5):887-897.
34. Steiner CC. Cephalometrics as a clinical tool. In: Kraus BS, Riedel RA, Vistas in Orthodontics. Philadelphia: Lea & Febiger, 1962.
35. Nojima U, Nojima MCG, Cunha AC, Guss NO, Sant'Anna EF. Mini-implant selection protocol applied to MARPE. *Dent. press j. orthod.* 2018; 23(5):93-101.