

ANITA CAROLINA DE LOURDES RIBEIRO

**Avaliação tridimensional das alterações do posicionamento dentário e da morfologia radicular após micro-osteoperfurações durante o tratamento não cirúrgico do sorriso gengival com mini-implantes:
um ensaio clínico randomizado**

São Paulo

2022

ANITA CAROLINA DE LOURDES RIBEIRO

**Avaliação tridimensional das alterações do posicionamento dentário e da morfologia radicular após micro-osteoperfurações durante o tratamento não cirúrgico do sorriso gengival com mini-implantes:
um ensaio clínico randomizado**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas para obter o título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Odontopediatria e Ortodontia

Orientador: Prof. Dr. José Rino Neto

São Paulo

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Catálogo da Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Ribeiro, Anita Carolina de Lourdes.

Avaliação tridimensional das alterações do posicionamento dentário e da morfologia radicular após micro-osteoperfurações durante o tratamento não cirúrgico do sorriso gengival com mini-implantes: um ensaio clínico randomizado / Anita Carolina de Lourdes Ribeiro; orientador José Rino Neto. -- São Paulo, 2022.

161 p.: fig.; tab.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) -- Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas. Área de concentração: Odontopediatria e Ortodontia. -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão corrigida.

1. Técnicas de Movimentação Dentária. 2. Crescimento Excessivo da Gengiva. 3. Desenvolvimento Maxilofacial. 4. Procedimentos de Ancoragem Ortodôntica. 5. Reabsorção da Raiz. 6. Ortodontia. I. Rino Neto, José. II. Título.

Ribeiro ACL. Avaliação tridimensional das alterações do posicionamento dentário e da morfologia radicular após micro-osteoperfurações durante o tratamento não cirúrgico do sorriso gengival com mini-implantes: um ensaio clínico randomizado. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em: 10/03/2023

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). Gladys Cristina Dominguez-Morea

Instituição: Universidade de São Paulo

Julgamento: Aprovada

Prof(a). Dr(a). Matheus Melo Pithon

Instituição: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Julgamento: Aprovada

Prof(a). Dr(a). Lincoln Issamu Nojima

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro

Julgamento: Aprovada

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, **Cristina** e **Johan**, pelo amor incondicional, por serem minha grande inspiração de vida, pelo abraço que aquece, pelas sábias palavras que confortam, pelo sorriso que enobrece, por sempre acreditarem no nosso melhor possível. Aos meus amores sou eternamente grata.

Ao meu marido e amor **Marcelo**, minha mão segura forte a sua, e a sua segura forte a minha, estamos juntos aproveitando essa linda jornada que é a vida. Obrigada por diariamente apoiar meus sonhos.

Aos meus irmãos **Johanna**, **Mikhael** e **Barbara**, por trazerem leveza e alegria, por sermos um a torcida do outro. Grata, grata, grata.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. **José Rino Neto**, por ter confiado em mim e ter apoiado com seriedade e paciência essa longa trajetória acadêmica. Tenho muito orgulho e sou muito grata pela oportunidade de trabalharmos juntos e de receber tantos ensinamentos. Muito obrigada por fazer parte desse sonho, por ser o maior incentivador da luta por grandes desafios, levarei por onde for essa incrível experiência científica e clínica.

Ao meu amigo e dupla de mestrado **Alexandre Purcino**, por proporcionar leveza e alegria durante essa trajetória. Sou grata por ter o privilégio de conviver e dividir horas incansáveis de trabalho, aprendo muito com seus questionamentos e modo de ver a vida. Muito obrigada pelo enorme suporte e conte sempre comigo!

À minha amiga e colega de profissão **Luciana Coimbra** por ter ajudado tanto com seus conhecimentos em fotografia e por generosamente ter permitido a evolução da pesquisa com a coleta das imagens num período tão difícil. Lu muito obrigada.

À Dra. **Liana Fattori** por todo ensinamento compartilhado e a enorme colaboração, e muita paciência, com as sobreposições 3D. Muito obrigada pelas horas e horas de trabalho depositadas neste projeto.

Aos colegas da clínica de ortognática **Betânia Magalhães, Giovanna de Castro, Daniele Sigal, Luciana Barella, Fernanda Guilherme, Michelle Sendyk, Marcus Trunzo, Lucio Uchida, Marcelo Suzuki, Leile Stavros**, pela amizade e pela oportunidade de trocar conhecimento.

Aos colegas de departamento pela alegria da convivência as sextas feiras **Tereza Holtz, Renata Velasque, Gabrielle Bassi, Jessica Przybysz e Rafael Domingos**.

Aos queridos **Edilson Rodrigues, Viviane Tkaczuk e Edina Souza** pela disposição e suporte durante todo o programa, deixando tudo organizado para as atividades da graduação e da pós-graduação. Foi um enorme prazer trabalhar com vocês!

Ao Prof. Dr. **Gilberto Vilanova Queiroz** pelas importantes considerações na minha qualificação e por ser o responsável pelos meus primeiros passos na ortodontia.

Aos professores do Departamento de Ortodontia da Universidade de São Paulo **João Batista de Paiva, Jorge Abrão, André Tortamano, Lilian Kazumi Kanashiro, Gladys Cristina Domínguez, Solange Mongelli de Fantini**, pelo respeito e generosidade em compartilhar ensinamentos e momentos de alegria. Serei sempre grata pela oportunidade de ter convivido com grandes referências da ortodontia.

A cada um dos participantes dessa pesquisa que confiaram sua saúde e seus sorrisos aos nossos cuidados. Muito obrigada pela parceria.

Aos professores da minha família que são uma grande inspiração pela força de trabalho e pela luta diária de uma educação melhor, **Jorge Ribeiro e Joyce Ribeiro**.

Às minhas irmãs de coração **Juliana Shimabuk, Debora Ghilhermetti, Mirella Rosenberger e Luciana Correia** pelo suporte e incentivo de sempre.

RESUMO

Ribeiro ACL. Avaliação tridimensional das alterações do posicionamento dentário e da morfologia radicular após micro-osteoperfurações durante o tratamento não cirúrgico do sorriso gengival com mini-implantes: um ensaio clínico randomizado [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2022. Versão Corrigida.

Os objetivos deste estudo foram investigar a taxa de movimentação ortodôntica intrusiva (MOI) durante intrusão total da maxila utilizando os mini-implantes e avaliar tridimensionalmente alterações de inclinações dentárias, da morfologia radicular, e o impacto da dor após micro-osteoperfurações (MOPs). Mediante ao cálculo amostral foram selecionados 24 participantes com sorriso gengival por excesso vertical da maxila e alocados de forma aleatória em dois grupos iguais. Grupo 1 (intervenção) em que foram feitas as MOPs entre cada dente superior na altura do ápice radicular e o Grupo 2 (controle) que não foram submetidos ao procedimento de MOPs. A mesma mecânica ortodôntica de intrusão total dos dentes superiores foi conduzida para todos os participantes utilizando 4 mini-implantes e uma barra transpalatina modificada. Foram aplicados questionários de dor (VAS) nos períodos avaliados de 24 horas, 7 dias e 28 dias em 3 momentos diferentes do tratamento. Tomografias computadorizadas de feixe cônico (CTFC) antes da movimentação de intrusão do arco superior (T1) e após movimento intrusivo (T2) foram comparadas e interpretadas por meio da sobreposição pelo método *voxel-based*, utilizando os programas de imagens de código aberto *ITK-SNAP* e *3DSlicer*. Os valores médios das multivariáveis foram comparados entre os grupos e por região (anterior e posterior) por meio do teste estatístico Manova, com nível de significância de 5%. As diferenças na escala VAS foram determinadas usando a análise de EEG com distribuição de Poisson. Resultados: não houve diferença estatística significativa entre os grupos para taxa de movimentação ortodôntica intrusiva, quantidade de intrusão, inclinação dentária e reabsorção radicular ($p > 0,05$). O tempo médio de tratamento intrusivo foi de 10,9 meses ($\pm 1,6$). A quantidade média de intrusão anterior foi de 4,29 mm ($\pm 1,41$) e posterior foi de 3 mm ($\pm 0,78$). A taxa de MOI anterior foi de 0,4 mm/mês ($\pm 0,13$) e posterior foi de 0,28 mm/mês ($\pm 0,1$). A

inclinação vestibular média dos dentes anteriores foi de $13,25^\circ (\pm 5,14)$. A média de reabsorção radicular dos dentes anteriores foi de $1,54 \text{ mm } (\pm 0,69)$ e dos posteriores foi de $0,89 \text{ mm } (\pm 0,37)$. Houve diferença estatística significativa entre os grupos em relação a dor ($p < 0,05$). Conclusões: as MOPs não foram efetivas em acelerar o movimento ortodôntico de intrusão e também não interferiram na magnitude de intrusão, na inclinação dentária e na morfologia radicular. O movimento de intrusão total da maxila estudada provocou inclinação vestibular e reabsorção radicular nos dentes anteriores. As MOPs causaram dor moderada.

Palavras-chave: Técnicas de Movimentação Dentária. Crescimento Excessivo da Gengiva. Desenvolvimento Maxilofacial. Procedimentos de Ancoragem Ortodôntica. Reabsorção da Raiz. Ortodontia.

ABSTRACT

Ribeiro ACL. Three-dimensional evaluated dental changes during the treatment of gummy smile with mini-screws after micro-osteoperforations: a randomized controlled clinical trial [dissertation]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2022. Versão Corrigida.

The objectives of the study were to investigate the rate of intrusive orthodontic movement during the non-surgical treatment of gummy smile with mini-screws and evaluate three-dimensional changes in dental inclinations, root morphology, and pain perception after micro-osteoperforations (MOPs). Twenty-four participants with gummy smile due to vertical maxillary excess were selected and randomly allocated into two equal groups. Group 1 (experimental) in which MOPs were performed between each upper tooth at the root apex level every 28 days and group 2 (control) in which participants were not submitted to the MOPs procedure. The same orthodontic mechanic of total intrusion of the maxillary teeth was conducted for all participants using 4 mini-screws and a modified transpalatal arch. Pain related was measured using a visual analog scale (VAS) during the intervention at 3 different times: 24 hours, 7 days and 28 days, differences in the VAS scores were determined using EEG analysis with Poisson distribution. Cone-beam computed tomography (CBCT) *scans* of the maxillary were taken at pre-intrusion movement of the upper arch and post-intrusion. 3D virtual models were obtained and superimposed using automated *voxel-based* registration. The rate of tooth movement, the variations in dental inclination and root resorption resulting from the intrusion movement were calculated, described the values in each region anterior and posterior and compared the measures between the groups using multivariate analysis of variance MANOVA. Results: No statistically significant difference was found between groups in the rate of intrusive orthodontic movement, intrusion amount, dental inclination, and root resorption ($p>0.05$). Mean intrusion time was 10.9 months (± 1.6). The mean amount of anterior intrusion was 4.29 mm (± 1.41), and the posterior was 3 mm (± 0.78). The rate of intrusive orthodontic movement was 0.4 mm/month (± 0.13) anterior, and posterior 0.28 mm/month (± 0.1). Dental buccal inclination of 13.25° (± 5.14). Mean root resorption of 1.54 mm (± 0.69) and 0.89 mm (± 0.37) anterior and posterior,

respectively. There was a statistically significant difference between groups for pain score ($p < 0.05$). Conclusions: MOPs were not effective in accelerating intrusive orthodontic movement and did not interfere with intrusion magnitude, dental inclination, and apical root resorption. Total maxillary intrusion induced buccal inclination changes and root resorption of anterior teeth. MOPs caused moderate pain.

Keywords: Micro-osteoperforation. Gummy Smile. Vertical Maxillary Excess. Mini-screws. Root Resorption. Orthodontics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Arco lingual e parafuso utilizado para intrusão total da maxila, e correção do sorriso gengival, utilizado no estudo de Hong et al. (2013)	43
Figura 2.2 - Mecânica ortodôntica com mini-implantes para correção do sorriso gengival utilizada no estudo de Tavares et al. (2013).....	44
Figura 2.3 - Correção do sorriso gengival e placa de acetato utilizada como contenção por Kaku et al. (2012)	45
Figura 2.4 - Biomecânica de retração e intrusão ancorada em mini-implantes utilizada por Lin et al. (2008).....	46
Figura 2.5 - Progresso da intrusão após 5 meses mostrando hiperplasia gengival e protuberância do osso alveolar anterior	46
Figura 2.6 - Cirurgia periodontal para remoção do tecido gengival e ósseo em excesso.....	47
Figura 2.7 - Mecânica de retração em massa associada a intrusão total da maxila para tratamento do sorriso gengival utilizada por Lin et al. (2010)	48
Figura 2.8 - Mecânica ortodôntica utilizando arcos reversos e barra transpalatina com ganchos para intrusão posterior apoiada em 1 mini-implante no palato	49
Figura 2.9 - Mecânica ortodôntica para intrusão simultânea do arco superior	50
Figura 2.10 - Dispositivo LAS utilizado para intrusão e retração anterior	51
Figura 4.11 - Participante com exposição do incisivo central superior em repouso maior que 5mm e exposição gengival ao sorrir maior que 3mm.....	69
Figura 4.12 - Magnitude do excesso vertical da maxila com exposição da coroa clínica do incisivo central em repouso de 9mm e exposição gengival anterior ao sorrir de 5.8mm.....	69
Figura 4.13 - Avaliação da exposição gengival anterior e posterior ao sorrir	74
Figura 4.14 - Utilização do <i>software</i> ITK-SNAP para avaliação da espessura óssea na região posterior do palato e anterior entre as raízes para instalação dos mini-implantes	75
Figura 4.15 - Anestesia local. Instalação dos mini-implantes na região anterior entre os dentes caninos e incisivos laterais	76

Figura 4.16 - Anestesia local. Instalação dos mini-implantes na região paramediana do palato, na mesma linha dos primeiros molares	77
Figura 4.17 - Barra transpalatina modificada	77
Figura 4.18 - Mecânica ortodôntica utilizada para correção do sorriso gengival utilizando mini-implantes e barra transpalatina modificada para movimento de intrusão total da maxila	78
Figura 4.19 - Chave autoperfurante para micro-osteoperfurações	79
Figura 4.20 - Utilização de dinamômetro para medir as forças aplicadas.....	70
Figura 4.21 - Fotos extraorais mostrando a posição dos incisivos centrais superiores em repouso e a exposição gengival Pós-Intrusão.....	80
Figura 4.22 - Fotos intraorais realizadas imediatamente após a remoção da barra transpalatina e remoção dos mini-implantes.....	80
Figura 4.23 - Abrindo arquivo DICOM no programa IKT-SNAP	82
Figura 4.24 - Transformação dos arquivos DICOM em NiFTI.....	83
Figura 4.25 - Ferramenta Snake no ITK-SNAP para segmentação.....	85
Figura 4.26 - Pré segmentação automática, ajuste no Thresholding.....	86
Figura 4.27 - Ferramenta adicionar bubble programa ITK-SNAP	87
Figura 4.28 - Construção volumétrica da maxila. Vistas axial, sagital e coronal.....	88
Figura 4.29 - Modelo de superfície tridimensional (3D) programa 3DSlicer.....	89
Figura 4.30 - Arquivo do modelo de superfície 3D salvo em formato .stl.....	90
Figura 4.31 - Orientação do modelo de superfície.....	91
Figura 4.32 - Matriz do modelo posicionado (orientação de cabeça)	92
Figura 4.33 - Orientação do <i>Scan</i> em T1.....	93
Figura 4.34 - Orientação da segmentação em T1	94
Figura 4.35 - Confeção da Máscara programa ITK-SNAP	95
Figura 4.36 - Aproximação manual T1 e T2.....	97
Figura 4.37 - Registro <i>voxel-based</i> da maxila.....	99
Figura 4.38 - Configurações dos parâmetros para o registro regional da maxila.....	99

Figura 4.39 - Sobreposição dos modelos de superfícies 3D Pré-Intrusão e Pós-Intrusão	100
Figura 4.40 - Localização dos pontos de referência ponta de cúspide, CR e ponta de ápice radicular dos dentes anteriores.....	102
Figura 4.41 - Localização dos pontos de referência ponta de cúspide, CR e ponta de ápice radicular dos dentes posteriores.....	102
Figura 4.42 - Imagem ilustrando os modelos de superfícies 3D dos pontos de referência utilizados no estudo.....	103
Figura 4.43 - Ferramenta Q3DC.....	105
Figura 4.44 - Visualização da mensuração do deslocamento do CR nos três planos do espaço	105
Figura 4.45 - Linha vermelha em T1 e linha verde em T2 mostram os pontos de referência ponta de cúspide e ponta de ápice utilizadas para as medições tanto de tamanho radicular quanto de inclinação dentária .	106
Figura 4.46 - Cálculo do ângulo entre as duas linhas de interesse (longo-eixo)	106
Figura 4.47 - Sobreposição 3D da maxila T1 e T2 nas vistas frontal, lateral direita e lateral esquerda. Modelo em verde mostra a movimentação de intrusão de todo arco superior	107

LISTA DE TABELAS

- Tabela 5.1 - Resultados do cálculo do Coeficiente de Correlação Intraclasse..... 113
- Tabela 5.2- Descrição das características dos pacientes e do tempo de intrusão segundo os grupos e resultados dos testes estatísticos 114
- Tabela 5.3- Descrição das médias e desvio padrão medidas em milímetros de cada dente segundo a quantidade de intrusão e taxa de movimentação ortodôntica intrusiva (MOI) 115
- Tabela 5.4- Descrição das médias e desvio padrão medidas em graus para inclinação dentária de cada dente..... 116
- Tabela 5.5- Descrição das médias e desvio padrão medidas em milímetros dos tamanhos das raízes nos momentos Pré-Intrusão (T1) e Pós-Intrusão (T2). Reabsorção radicular média representada pela diferença das medidas em T1-T2 117
- Tabela 5.6- Resultados do teste MANOVA da comparação dos valores médios para quantidade de intrusão, taxa de movimentação ortodôntica intrusiva (MOI), inclinação dentária e reabsorção radicular entre os grupos segundo as regiões da maxila..... 118
- Tabela 5.7- Resultados da Correlação de Pearson entre reabsorção radicular com as variáveis quantidade de intrusão, taxa de movimentação ortodôntica intrusiva (MOI) e inclinação dentária em cada região da maxila 119
- Tabela 5.8- Resultados das comparações múltiplas da quantidade de intrusão e da taxa de movimentação ortodôntica intrusiva (MOI) entre as regiões anterior e posterior, direito e esquerdo da maxila 120

Tabela 5.9- Descrição dos valores médios do nível de dor e resultados das equações de estimação generalizadas (EEG) entre os grupos nos períodos avaliados de 24 horas, 7 dias e 28 dias, e em momentos diferentes de tratamento (início-intrusão, durante intrusão e final-intrusão)..... 121

Tabela 5.10- Descrição Resultado das comparações múltiplas de Bonferroni do nível de dor entre os grupos, nos períodos avaliados (24 horas, 7 dias e 28 dias) e em momentos diferentes de tratamento (início-intrusão, durante intrusão e final-intrusão) 122

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	Tridimensional
cm	centímetro
Cr	centro de resistência
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
EEG	equações estimadas generalizadas
FOV	Field of view
G1	grupo 1 (intervenção)
G2	grupo 2 (controle)
HU	Unidades Hounsfield
mm	milímetro
MOI	movimento ortodôntico intrusivo
MOPs	micro-osteoperfurações
NIFTI	Neuroimaging Informatics Technology Initiative (extensão de arquivo)
RCTs	ensaios clínicos randomizados
Stl	Estereolitografia (extensão de arquivo)
T1	Pré-Intrusão
T2	Pós-Intrusão
TCFC	tomografia computadorizada de feixe cônico
VAS	escala analógica visual
Voxel	Volume element

LISTA DE SÍMBOLOS

°	graus
®	marca registrada
*	diferença estatística
%	porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	25
2	REVISÃO DE LITERATURA	29
2.1	SORRISO GENGIVAL.....	29
2.2	MINI-IMPLANTES ASSOCIADOS ÀS MECÂNICAS ORTODÔNTICAS DE INTRUSÃO	34
2.3	MICRO-OSTEOPERFURAÇÃO	52
2.3	SOBREPOSIÇÃO 3D <i>VOXEL-BASED</i>	59
3	PROPOSIÇÃO	65
4	MATERIAL E MÉTODOS	67
4.1	COMITÊ DE ÉTICA	67
4.2	CÁLCULO AMOSTRAL.....	67
4.3	SELEÇÃO DA AMOSTRA.....	68
4.3.1	Randomização e Alocação	70
4.3.2	Cegamento	70
4.4	MATERIAL	71
4.5	MÉTODOS	73
4.5.1	Videografia do sorriso	73
4.5.2	Tomografia Computadorizada Feixe Cônico (TCFC)	74
4.5.3	Protocolo de Tratamento	76
4.5.4	Questionário de Dor	81
4.5.5	Sobreposição 3D da Maxila pelo Método <i>Voxel-Based</i>	81
4.5.5.1	Compactação dos arquivos de imagem tomográficas	82
4.5.5.2	Segmentação	84
4.5.5.3	Construção de Modelos de Superfície 3D	89
4.5.5.4	Orientação de Cabeça.....	90
4.5.5.5	Orientação do <i>Scan</i> (imagem tomográfica)	93
4.5.5.6	Orientação da Segmentação.....	94
4.5.5.7	Confecção da Máscara.....	95
4.5.5.8	Aproximação Manual de T1 e T2	96
4.5.5.9	Registro <i>Voxel-Based</i> da Maxila	98

4.5.5.10	Construção dos Pontos de Referência	101
4.5.6	Mensurações e coleta dos dados	104
4.5.7	Análise estatística	108
4.5.7.1	Erro do método intra-examinador	108
4.5.7.2	Taxa de movimentação dentária intrusiva e análise tridimensional	108
4.5.7.3	Análises do questionário de dor.....	109
5	RESULTADOS	111
5.1	FLUXO DE PARTICIPANTES E RECRUTAMENTO	111
5.2	ERRO DO MÉTODO	113
5.3	TAXA DE MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA INTRUSIVA E ANÁLISE TRIDIMENSIONAL DAS ALTERAÇÕES DENTÁRIAS	114
5.4	PERCEPÇÃO DA DOR	121
6	DISCUSSÃO	123
7	CONCLUSÃO	131
	REFERÊNCIAS	133
	APÊNDICES	149
	ANEXOS	153

1 INTRODUÇÃO

Um sorriso harmonioso em uma face equilibrada é fundamental para construção da autoestima do indivíduo e para o desenvolvimento de suas relações sociais. Oferecer um sorriso esteticamente agradável aos pacientes é elemento crucial no trabalho do cirurgião dentista, e em especial dos ortodontistas, que tratam as alterações oclusais de etiologia dentária e esquelética, com impacto significativo na percepção da beleza e harmonia da face (Peck et al., 1992a; Desai et al., 2009; Miron et al., 2012).

O sorriso gengival por excesso de crescimento vertical da maxila é uma característica recorrente em pacientes do Padrão Face Longa, com terço inferior da face aumentado e falta de vedamento labial, além do excesso de exposição gengival ao sorrir maior do que 3mm ter um impacto estético e socioemocional desfavorável na vida desses indivíduos (Miron et al., 2012; Cardoso et al., 2005; Gimenez et al., 2006). A osteotomia tipo LeFort I para impacção maxilar tem sido o procedimento padrão adotado para correção do sorriso gengival decorrente de excesso vertical maxilar, no entanto, os riscos decorrentes de qualquer cirurgia ortognática, a necessidade de internação hospitalar, além dos custos envolvidos no processo limitam a adesão do paciente ao tratamento (Schendel et al., 1976; Radney; Jacobs, 1981; Schendel; Carlotti, 1985; Posnick et al., 2018; Anehosur et al., 2019).

Na ortodontia os mini-implantes ganharam grande popularidade entre os profissionais pelo fato desses dispositivos promoverem ancoragem esquelética sem necessidade de cooperação do paciente além de proporcionarem biomecânicas ortodônticas consideradas desafiadoras, sendo muitas vezes utilizados em tratamentos compensatórios como recursos alternativos ao tratamento cirúrgico, inclusive tem se mostrado um recurso terapêutico efetivo nas diversas mecânicas para controle vertical facial, como intruir unidades dentárias, intrusão posterior para correção de mordida aberta, ou ainda mordida profunda (Choi et al., 2009; Heravi et al., 2011; Shu et al., 2011; Ahn et al., 2017; Wang et al., 2017; Suteerapongpun et al., 2018).

Dentre os diversos tipos de movimentos dentários induzidos ortodonticamente o de intrusão é, sem dúvida, um dos mais complexos de serem alcançados. Por ser um movimento não fisiológico, a intrusão pode levar um tempo prolongado para ocorrer e ser acompanhada de reabsorção radicular externa (Burstone, 1977; Harris et al., 2006; Deguchi et al., 2008; Çifter; Saraç, 2011).

O aumento do interesse por parte pacientes e também dos profissionais, em reduzir o tempo de tratamento levou à introdução de vários métodos para acelerar os tratamentos ortodônticos, reduzindo assim os potenciais riscos de complicações dentais e periodontais como: reabsorção radicular apical externa, desmineralização do esmalte, gengivite e periodontite. Por isso, estudos com micro-osteoperfurações, corticotomias e laser terapias estão em crescente desenvolvimento (Feizbakhsh et al., 2018; Shahabee et al., 2020; Mistry et al., 2020).

O intervalo de tempo do tratamento ortodôntico é amplamente ditado pelos princípios biológicos que sustentam o movimento dentário ideal. Acelerar a remodelação óssea é o fator central para acelerar a movimentação dentária. Isso pode ser feito através de estímulos químicos e físicos diretos sobre as células responsáveis pela reabsorção e neoformação óssea, os osteoclastos/osteoblastos, ou indiretamente estimulando o corpo a recrutar e a ativar essas células (Alansari et al., 2015; Alikhani et al., 2015; Kinjo et al., 2022).

Em tese, a realização de micro-osteoperfurações próximas aos dentes a serem movimentados aumenta o nível de mediadores inflamatórios no local. Essa resposta é acompanhada por um aumento significativo no número de osteoclastos, da reabsorção óssea e da osteopenia localizada ao redor dos dentes adjacentes, o que pode provocar aumento na velocidade do movimento dentário (Alikhani et al., 2013; Alikhani et al., 2015; Aksakalli et al., 2017). Existe na literatura certa controvérsia quanto ao seu uso e efetividade, uma vez que a grande parte dos estudos até agora publicados foram realizados em tratamentos de curta duração principalmente em casos de retração de caninos, sendo um consenso a necessidade de novos estudos bem delineados.

A possibilidade de resultados clínicos de sucesso para corrigir o sorriso gengival sem cirurgia ortognática associado ao método de micro-osteoperfurações

para aceleração do movimento dentário nos motivou a realizar um ensaio clínico randomizado, uma vez que existe uma carência na literatura de estudos que avaliem a eficiência e principalmente as alterações teciduais ósseas e radiculares quando utilizados para a intrusão de todos os dentes superiores simultaneamente.

O presente estudo tem como objetivos verificar a efetividade das micro-osteoperfurações em acelerar o movimento ortodôntico intrusivo e avaliar tridimensionalmente as alterações morfológicas radiculares e as inclinações dentárias decorrentes do tratamento não cirúrgico do sorriso gengival por meio da intrusão dentária total da maxila com mini-implantes, bem como investigar a percepção dolorosa durante a intervenção.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo foi dividido em tópicos com o intuito de oferecer uma sequência lógica ao entendimento de todo conteúdo para o desenvolvimento do estudo. Inicialmente, foram abordados os temas sorriso gengival e as técnicas utilizadas para movimentos de intrusão total da maxila com mini-implantes. Em seguida essa revisão focou nos principais estudos sobre micro-osteoperfurações como técnica de aceleração do movimento dentário. Para finalizar, sobre a metodologia utilizada nesta pesquisa.

2.1 SORRISO GENIVAL

A beleza física é um atributo extremamente valorizado na sociedade contemporânea, por isso, um sorriso harmonioso em uma face equilibrada é fundamental para construção da autoestima do indivíduo e para o desenvolvimento de suas relações sociais. Oferecer um sorriso esteticamente agradável aos pacientes é elemento crucial no trabalho do cirurgião dentista, e em especial dos ortodontistas, que tratam as alterações oclusais de etiologia dentária e esquelética, com impacto significativo na percepção da beleza e harmonia da face (Peck et al., 1992a; Peck et al., 1992b; Desai et al., 2009; Miron et al., 2012).

Inúmeros estudos buscam relatar a atratividade do sorriso, sendo consenso que um sorriso estético é compreendido pela relação entre os dentes, o arcabouço gengival e a estrutura labial, qualquer alteração nessa relação ótima afetará a aparência estética facial (Sarver et al., 2003; Sarver, 2006; Boeck et al., 2011; Yun et al., 2019).

Segundo Sarver (2006) ao analisar um sorriso antes do tratamento ortodôntico deve-se avaliar não só o sorriso posado, mas também o sorriso em dinâmica, com base em duas características principais: a quantidade de exposição dos incisivos e de gengiva, e a dimensão transversal. Os autores descreveram o

arco ideal do sorriso sendo a relação da curvatura das bordas incisais dos incisivos e caninos superiores paralelos à curvatura do lábio inferior ao sorrir. A elevação do lábio superior durante o sorriso deve coincidir com a margem cervical dos incisivos superiores, sendo alguma quantidade de exposição gengival aceitável entre 1-3mm, representando uma aparência mais jovem. Os homens mostram menos os incisivos superiores e mais incisivos inferiores em repouso e no sorriso do que as mulheres. Registros fotográficos são altamente recomendados para fins de diagnóstico, no entanto, eles não fornecem todas as informações necessárias para a análise do sorriso, devido sua natureza dinâmica, propõe-se a documentação em vídeo para captura do sorriso espontâneo (Sarver et al., 2003; Sarver, 2006; Liang et al., 2013).

Em relação ao posicionamento do incisivo central na face em repouso segundo Arnett e Bergman (1993) em artigos sobre análise facial para diagnóstico e planejamento ortodôntico cirúrgico, a distância da borda inferior do lábio superior em relação borda incisal do incisivo superior considerado boa pode variar de 1 a 5 mm. As mulheres mostram mais dentro dessa faixa. Com os lábios relaxados o espaço interlabial pode variar de 1 a 5mm, dependendo do comprimento dos lábios e da altura vertical dentoalveolar.

De acordo com a literatura, o sorriso gengival pode ser definido como um estado no qual a linha do lábio superior se move em direção apical acima dos dentes anteriores e posteriores, causando exposição excessiva da gengiva durante o sorriso maior que 3mm. A exposição gengival de 4 mm ou mais é geralmente considerado pouco atraente e um problema estético (Tjan et al., 1984; Van der Geld et al., 2011). Tem prevalência de 10% na população mundial entre 20 e 30 anos de idade e acomete mais mulheres do que homens, numa proporção de 2:1 (Peck et al., 1992a; Boeck et al., 2011).

Estima-se que a cada 10 anos, devido à perda de sustentação do lábio superior, ocorra uma diminuição na exposição dos dentes anteriores de cerca de 1mm. Em virtude dos dados apresentados, conclui-se que o envelhecimento tende a atenuar o impacto negativo do sorriso gengival, que pode ser associado à juventude e descrito como uma condição majoritariamente feminina (Tjan et al., 1984; Desai et al., 2009; Van der Geld et al., 2011; Drummond; Capelli, 2016).

Um sorriso gengival tem um grande impacto nos relacionamentos, na autoestima e na atratividade dos pacientes, de acordo com Negruțiu et al. (2022) que avaliaram a percepção de dentistas e leigos na exposição ideal de gengiva no sorriso. Uma exposição insuficiente dos incisivos superiores pode ser considerada menos atraente para os dentistas, os leigos consideram a sobreposição dos incisivos superiores pelo lábio superior de 0-2 mm como a mais estética. No geral, a exposição gengival de 0 mm foi considerada como parte do sorriso mais atraente, enquanto uma exposição gengival de 4 mm foi considerada para descrever o sorriso menos atraente.

O diagnóstico do sorriso gengival deve ser preciso e baseado numa análise criteriosa dos componentes envolvidos e do seu grau de participação na sua manifestação clínica, uma vez que a forma de tratá-lo, assim como a efetividade do tratamento varia em função da correta identificação do agente etiológico. Múltiplos agentes etiológicos do sorriso gengival podem ser simultaneamente responsáveis pelo excesso de exposição de gengiva, entre eles estão: Hiperplasia gengival, coroa dentária curta, lábio superior curto, hiperatividade dos músculos levantadores do lábio superior, erupção passiva alterada e excesso maxilar vertical (Peck et al., 1992a; Peck et al., 1992b; Sawyer et al., 2010; Seixas et al., 2011; Miron et al., 2012; Drummond; Capelli, 2016; Yun et al., 2019).

Muitos procedimentos têm sido adotados para tratamento e correção da exposição excessiva de gengiva durante o sorriso. Cirurgias periodontais para remoção de hiperplasia gengival e aumento da coroa clínica, injeção de toxina botulínica para diminuição da atividade dos músculos elevadores do lábio superior, correção protética de coroas clínicas curtas por meio de facetas laminadas ou próteses metalocerâmicas, reposicionamento cirúrgico do lábio superior e ainda, nos casos mais graves, osteotomia tipo LeFort I para impacção maxilar são recursos terapêuticos que tem se mostrado úteis para resolução dessa condição (Seixas et al., 2011; Negruțiu et al., 2022).

Entre os inúmeros distúrbios do desenvolvimento que podem acometer o indivíduo durante o processo de maturação do complexo dentofacial podemos destacar o crescimento vertical excessivo, descrito na literatura como Face Longa,

resultante de um padrão morfogenético que pode se expressar de forma variada, porém sempre com impacto estético desfavorável devido ao envolvimento vertical significativo (Schendel; Carlotti, 1985; Radney; Jacobs, 1981; Cardoso et al., 2005). Geralmente manifesta-se precocemente, mantendo-se como padrão ao longo de todo o processo de crescimento e desenvolvimento, podendo ou não ter suas características acentuadas com o passar da idade. Esse desequilíbrio vertical pode estar associado às más oclusões de Classe I, Classe II e Classe III, contudo é mais comumente observado nos pacientes portadores da má oclusão de Classe II, sendo incidente em aproximadamente 1,5% da população mundial (Cardoso et al., 2002; Capellozza et al., 2007; Posnick et al., 2018).

Segundo Capellozza et al. (2007), Padrão Face Longa será todo indivíduo que apresentar excesso do terço inferior da face que torne o vedamento labial ou a relação labial normal impossível. Apesar da grande quantidade e variação de achados tegumentares, cefalométricos e dentários característicos dessa condição, o excesso vertical da maxila é uma característica recorrente, cuja expressão clínica mais significativa é o sorriso gengival.

O aumento na altura da maxila ocorre por volta dos 7 anos de idade pela atividade sutural, em direção aos ossos frontal e zigomático e por aposição óssea na face inferior do processo alveolar em associação com a irrupção dos dentes. A direção do crescimento é orientada mais verticalmente do que horizontalmente. Mesmo com a maturação óssea após surto de crescimento puberal ou ainda na fase adulta pode ocorrer um aumento em altura do osso alveolar maxilar devida irrupção passiva dos dentes (Posnick et al., 2018).

Indivíduos portadores do excesso vertical da maxila possuem como características faciais o terço inferior da face aumentado, a falta de selamento labial, os incisivos superiores estão frequentemente totalmente expostos abaixo do lábio superior em repouso, e podem apresentar má-oclusão de mordida aberta anterior (Peck et al., 1992a; Radney; Jacobs, 1981; Yun et al., 2019; González Espinosa et al., 2020).

Está muito bem relatado na literatura que em pacientes adultos, quando a condição é de origem esquelética, como o excesso vertical da maxila, o tratamento ortodôntico-cirúrgico é geralmente a melhor abordagem. A osteotomia do tipo Le Fort I continua sendo o procedimento cirúrgico indicado para a impactação da maxila, e suas modificações refletem boa estabilidade ao longo prazo (Schendel et al., 1976; Fish et al., 1978; Radney; Jacob, 1981; Schendel; Carlotti, 1985; Proffit et al., 1987; Arnett; Bergman, 1993; Arnett; Gunson, 2004; Gimenez et al., 2006; Seixas et al., 2011; Posnick et al., 2018; Anehosur et al., 2019).

Anehosur et al. (2019) destacam a importância de uma abordagem dessa deformidade por meio de osteotomia subnasal maxilar. As vantagens da osteotomia maxilar subespinhal incluem a redução do excesso alveolar maxilar e aumento no escopo de impactação maxilar, devida as estruturas anatômicas circundantes, particularmente à vasos infraorbitais e órbitas localizados superiormente, que podem algumas vezes limitar os cortes da osteotomia para o reposicionamento superior da maxila em casos de excesso vertical maxilar severo. O limite máximo de impactação maxilar convencional por osteotomia Le Fort I é de 4-6 mm. Além disso, o manejo de alterações indesejáveis nos tecidos moles no pós-operatório pode desafiar fortemente o cirurgião, e diminuir a satisfação do paciente.

É recorrente no dia a dia clínico do ortodontista a indicação de tratamentos associados a cirurgia ortognática, porém por causa dos riscos, custos, desconforto, as vezes até o impacto psicológico decorrentes das cirurgias ortognáticas muitos pacientes não aderem ao tratamento, tornando um grande desafio ao ortodontista conseguir resultados satisfatórios (Lin et al., 2008; Lin et al., 2010).

2.2 MINI-IMPLANTES ASSOCIADOS ÀS MECÂNICAS ORTODÔNTICAS DE INTRUSÃO

Na ortodontia os dispositivos de ancoragem esquelética temporários (TADs) têm sido usados com sucesso para atuar no controle vertical (Ohiomoba et al., 2005; Lee et al., 2013; Choi et al., 2014; Nishimura et al., 2014; Cho et al., 2016; Ishida; Ono, 2017; Suteerapongpun et al., 2018; Tilekar et al., 2018; Kakali et al., 2019; Sosly et al., 2020). Sua popularidade na comunidade ortodôntica se deve ao fato desses dispositivos promoverem ancoragem absoluta sem necessidade de cooperação do paciente e baixo custo. Além da facilidade de inserção, remoção e possibilidade de uso imediato após instalação têm contribuído para sua aceitação tanto por pacientes como por ortodontistas (Park et al., 2008; Borges; Mucha, 2010; Farnsworth et al., 2011; Yang et al., 2015; Consolaro, 2015; Wilmes et al., 2016)

Choi et al. (2014) descreveram as diretrizes clínicas para colocação de mini-implantes na região anterior da maxila após análises do osso alveolar por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico. A partir das tomografias de 52 pacientes adultos (17 homens e 35 mulheres; idade média de 27,9 anos), o osso alveolar foi medido em 3 regiões: entre os incisivos centrais superiores (U1-U1), entre o incisivo central superior e o incisivo lateral superior (U1-U2), e entre o incisivo lateral superior e o canino (U2-U3). A espessura da cortical óssea, a espessura óssea vestibulo-lingual e a distância interdental foram medidas a 4 mm, 6 mm e 8 mm no sentido apical à junção amelocementária. Os resultados obtidos foram que a espessura da cortical é maior na região U1-U1 do que entre U2-U3 ($p < 0.05$), mas a espessura óssea vestibulo-lingual é significativamente menor entre U1-U1 ($p < 0.05$), e a distância entre as raízes é menor entre U2-U1 ($p < 0.05$). Os autores concluíram que a região entre o incisivo lateral superior e o canino (U2-U3) deve ser a primeira escolha para a instalação de mini-implantes interradiculares. Essa escolha é ideal em relação à espessura do osso cortical, distância entre as raízes e espessura vestibular-palatina, no entanto, esta região requer a colocação de 2 mini-implantes, um para cada lado.

Muitos estudos avaliam a região paramediana do palato sendo um local seguro e com boa estabilidade para instalação dos mini-implantes (Kim et al., 2006; Gracco et al., 2008; Baumgaertel, 2009; Ohiomoba et al., 2017).

Wilmes et al. (2016) definiram como “Zona T” sendo a área posterior à rugosidade palatina e a área paramediana do palato. Essa região representa um volume ósseo de boa qualidade, mucosa palatina delgada e ausência de estruturas nobres próximas, como vasos, nervos e raízes, permitindo maior estabilidade dos mini-implantes. Podem ser instalados um único mini-implante na sutura sagital mediana ou dois mini-implantes na região paramediana do palato, dependendo da escolha levada em consideração na mecânica ortodôntica. Os autores referem não haver diferença na retenção e estabilidade entre as duas opções.

Uesugi et al. (2018) investigaram as taxas de sucesso na estabilidade primária e secundária de mini-implantes, comparando a estabilidade da área vestibular maxilar (MB) e da área de sutura palatina mediana (MP) durante 1 ano. Foram inseridos 387 mini-implantes por MB (entre o segundo pré-molar e o primeiro molar); destes, 81 (20,9%) dos mini-implantes não tiveram estabilidade e foram reinseridos em MB (mesma posição ou mais para distal) ou em MP. Além disso, 84 mini-implantes foram inseridos na região MP na linha do primeiro molar; 13 (15,5%) desses perderam estabilidade e foram reinseridos em MP. Os autores concluíram que a taxa de sucesso na instalação primária foi melhor para mini-implantes de 8mm de comprimento em relação ao de 6mm (79,1% para MB e 84,5% MP), e a taxa de sucesso para a instalação secundária foi maior para MP, mostrando que a região paramediana do palato é uma boa escolha tanto para instalações primárias como para possíveis reinstalações.

Kakali et al. (2019) realizaram uma revisão sistemática avaliando as taxas de falha dos implantes de osseo integração e dos mini-implantes ortodônticos no palato para complementar a ancoragem durante o tratamento ortodôntico. Os resultados encontraram risco médio de falha de implantes palatinos de 6% (intervalo: 0,0–26,1%) e mini-implantes ortodônticos de 6,1% (intervalo: 0,0–33,3%). O período médio de acompanhamento foi 17,9 meses para implantes ósseo integrados e 6 meses para mini-implantes ortodônticos. A principal limitação dos implantes é que

geralmente requerem dois procedimentos cirúrgicos, primeiro para instalação que é semelhante ao dos implantes dentários e o segundo mais invasivo para a remoção do implante ósseo integrado. Os autores concluíram que tanto os implantes ósseo integrados quanto os mini-implantes apresentam taxa de insucesso bastante baixa, embora o período médio de acompanhamento dos implantes tenha sido bem maior e precisam de um período de cicatrização. A escolha entre dispositivos de ancoragem pode depender de outros fatores, como custos, conforto do paciente, preferências pessoais e familiaridade com o dispositivo e o procedimento.

Visando a possibilidade de intrusão dentária posterior com mini-implantes Heravi et al. (2011) avaliaram a taxa de intrusão do molar superior e seus efeitos colaterais. Dez mulheres com primeiros molares superiores em superversão participaram deste estudo. O molar superior foi bandado com bráquetes por vestibular e lingual. Dois mini-implantes foram colocados, 1 na face méso-palatina e outro na face méso-vestibular dos primeiros molares superiores; uma mola feita de fio de liga TMA 0,017x0,25 foi usada para aplicar 100g de força (50g de cada lado). A intrusão do molar e a reabsorção radicular apical externa foram avaliados comparando radiografias periapicais paralelas em 3 intervalos: início do tratamento (T0), no final do tratamento ativo (T1) e 6 meses após o término do tratamento (T2). O resultado encontrado foi valor médio de intrusão 2,1 mm ($\pm 0,9$) e média de duração de tratamento de 7,7 meses). Ocorreu 0,4 mm ($\pm 0,2$) de recidiva após 6 meses de contenção, e a intrusão residual média foi de 1,7 mm, o que foi estatisticamente significativo. A média de reabsorção radicular foi de 0,3mm ($\pm 0,2$) para a raiz palatina e 0,4mm ($\pm 0,2$) para a raiz méso-vestibular e disto-vestibular. Não houve correlação significativa entre duração de tratamento e reabsorção radicular. Quase todos os pacientes relataram uma dor incômoda cerca de 2 dias após a inserção dos parafusos, necessitando de medicamento. Irritação na língua também foi observada, o que desapareceu depois de cerca de uma semana.

Outro estudo realizado por Kuroda et al. (2007) compararam os resultados do tratamento em pacientes com mordida aberta anterior grave tratados com intrusão de molar usando ancoragem esquelética e com cirurgia ortognática. Neste estudo participaram 23 indivíduos com sobremordida inferior a $-3,0$ mm sendo que 10 foram tratados com ancoragem esquelética (mini-implantes por vestibular e barra

transpalatina para controle transversal) e 13 com osteotomia LeFort I combinada com osteotomia mandibular. As análises cefalométricas foram comparadas entre os grupos. O estudo não encontrou diferença significativa do tratamento com ancoragem esquelética e cirurgia ortognática ($p>0,05$), as alturas faciais foram reduzidas em média 4,0mm e 3,8mm e overbite aumentados em 6,8mm e 7,0mm respectivamente. Os incisivos apresentaram diferença significativa em relação a extrusão (4,6 mm) nos indivíduos tratados cirurgicamente. A intrusão de molar (U6PP) com mini-impantes foi de $2,3\pm 2$ mm. Houve uma diferença significativa na duração do tratamento ativo entre os mini-implantes ($27,6\pm 5,4$ meses) e o grupo da cirurgia ($33,5\pm 7,1$ meses). Conclusões: esses resultados sugerem que a intrusão de molares com ancoragem esquelética é mais simples e útil do que a cirurgia de 2 maxilares no tratamento de pacientes com mordida aberta anterior grave.

Alsafadi et al. (2016) realizaram uma revisão sistemática com o objetivo de avaliar o efeito da intrusão de molares com dispositivos de ancoragem esquelética na morfologia facial vertical e na rotação mandibular durante o tratamento da mordida aberta em adultos. Dos 42 artigos que atenderam aos critérios iniciais de elegibilidade, 12 foram finalmente selecionados. Baixo nível de evidência científica foi identificado após a avaliação do risco de viés, apenas 3 eram estudos controlados randomizados. Dos 12 estudos selecionados, cinco estudos utilizaram mini placas e 7 estudos utilizaram mini-implantes. A média de intrusão do molar foi de 2,3 mm ($\pm 0,6$) em 10 estudos que avaliaram a distância U6PP. Força de intrusão de 150g a 300g para os mini-implantes. A rotação mandibular no sentido anti-horário encontrada em seis estudos foi de $2,3^\circ$ a $3,9^\circ$ (medida a partir da variação do ângulo do Plano Mandibular com a base anterior do crânio ou com o Plano de Frankfurt). Os autores concluíram que as evidências atuais são fracas sugerindo que a intrusão de molar com dispositivos de ancoragem temporários pode causar rotação mandibular no sentido anti-horário. Futuros ensaios controlados randomizados multicêntricos bem conduzidos e claramente relatados que incluem um grupo de controle sem tratamento são necessários para fazer recomendações robustas sobre a quantidade de rotação mandibular durante os tratamentos de mordida aberta anterior.

Gonzalez Espinosa et al. (2020), realizaram revisão sistemática para avaliar o grau de estabilidade do tratamento da mordida aberta anterior através da intrusão do

molar com ancoragem esquelética. Seiscentos e vinte e quatro artigos preencheram os critérios iniciais de inclusão, destes, 6 foram incluídos na meta-análise. O tempo médio de acompanhamento pós-tratamento foi de 2,5 anos (± 1.04). A sobremordida mostrou recidiva média de -1.23 mm (IC 95% - 1.64 – 0.81, $p < 0.0001$). Os incisivos superiores e inferiores não apresentaram recidiva média significativa, U1-PP -0.04 mm (IC 95% - 0.55, 0.48) e L1-MP -0.10 mm (IC 95% - 0.57, 0.37). A intrusão de molar mostrou uma taxa de recidiva em torno de 12% para os molares superiores e 27,2% para os molares inferiores. A estabilidade da mordida aberta anterior através da intrusão de molares com TADs pode ser considerada relativamente semelhante àquela relatada para abordagens cirúrgicas, uma vez que 10 a 30% de recidiva ocorre tanto em molares superiores como inferiores. O nível de certeza variou entre muito baixo e baixo. Ensaios clínicos controlados randomizados relatando desistência durante o acompanhamento são extremamente necessários.

Akl et al. (2021) compararam a reabsorção radicular resultante da intrusão dentoalveolar superior posteriores utilizando mini-implantes, usando duas magnitudes de força diferentes. Total de 22 adultos com mordida aberta esquelética, em que a intrusão dentária posterior foi indicada, foram alocados aleatoriamente em 2 grupos: grupo 1 a aplicação de 200 g de força intrusiva por segmento, o que mediu 20 g por raiz, e grupo 2 com aplicação de força de 400 g por segmento, medindo 40 g por raiz. Tomografias computadorizadas de feixe cônico pré e pós-intrusão foram analisadas usando o *software* InVivo 5 (Anatomage). As medidas de reabsorção radicular foram tomadas medindo da ponta de cúspide ao ápice de cada raiz de todos os dentes posteriores em ambos os lados. Os resultados mostraram que os dois grupos (G1 e G2) apresentaram reabsorção radicular de 0,84mm ($\pm 0,96$) e 0,93mm ($\pm 1,0$) respectivamente, porém não foram estatisticamente significantes entre si. Os autores concluíram que a reabsorção radicular inevitavelmente ocorreu devida à mecânica de intrusão ortodôntica, no entanto, o aumento da magnitude da força intrusiva não aumentou a quantidade reabsorção ($p > 0,05$).

Deguchi et al. (2008) avaliaram a magnitude de intrusão e a reabsorção radicular sobre os incisivos superiores durante a mecânica de intrusão realizada com aparelho AEB e min-implantes na região anterior. As medidas lineares foram obtidas a partir de telerradiografias laterais e radiografias periapicais realizadas antes e

imediatamente após o movimento de intrusão de uma amostra composta por 18 indivíduos divididos em 2 grupos. O grupo tratado com AEB com idade média de 20,7 anos ($\pm 2,5$) e o grupo tratado com mini-implantes idade média de 21,5 anos ($\pm 3,7$). No grupo tratado com AEB foi usada força de intrusão de 100g por lado por no mínimo 7 horas por dia. Já no grupo tratado com mini-implantes a força de intrusão variou entre 80g e 120g e foi aplicada 1 mês após a instalação por meio de ligaduras metálicas. Os resultados encontrados foram valores médios de 3,6 mm de intrusão dos incisivos no grupo mini-implante e 1.1mm no grupo AEB durante o período de 6 meses. A reabsorção radicular foi de 0.8mm no grupo mini-implantes e 1.2mm no grupo AEB. Houve diferença estatística significativa para quantidade de intrusão e reabsorção radicular entre os grupos.

Senişik et al. (2012) compararam os efeitos esqueléticos e dentários de 2 sistemas de intrusão: mini-implantes e o arco de intrusão de Connecticut (arco CIA) em pacientes com mordida profunda. Total de 45 adultos (26 mulheres, 19 homens) com mordida profunda foram divididos em 3 grupos: 1 grupo tratado com CIA (mecânica 4x2), 1 grupo tratado com mini-implantes (entre caninos e laterais superiores) e 1 grupo controle não tratado (15 indivíduos em cada grupo). A força de intrusão foi de 50g para cada lado. Nenhum outro tratamento foi realizado com exceção da intrusão dos incisivos superiores durante o período de estudo de 7 meses. Sobreposição das telerradiografias laterais utilizando o programa Dolphin foram realizadas para coleta dos dados cefalométricos. Foi utilizado o centro de resistência tanto dos incisivos quanto dos molares para calcular a quantidade de intrusão. Dos 30 mini-implantes que foram inseridos no grupo mini-implantes, 3 se soltaram no primeiro mês; estes foram substituídos imediatamente 1mm acima do primeiro lugar de inserção. A quantidade média de intrusão foi de 2,20 mm (0,31 mm por mês) no grupo CIA e 2,47mm (0,34 mm por mês) no grupo dos mini-implantes, não houve diferença estatística entre eles ($P > 0,05$). Ambos os sistemas levaram à protrusão e intrusão dos incisivos superiores ($P < 0,05$), e protrusão e extrusão dos incisivos inferiores ($P < 0,05$). No grupo CIA, os molares superiores sofreram extrusão movendo a coroa distalmente e a raiz mesialmente ($P < 0,05$). Os autores concluíram que tanto o arco de intrusão CIA quanto os sistemas de intrusão de mini-implantes intruíram com sucesso os 4 incisivos superiores. Porém os molares superiores

tiveram a perda de ancoragens sagitais e verticais durante a intrusão dos incisivos no grupo CIA, e não ocorreu nos grupos mini-implantes e controle.

Aras e Tuncer (2016) compararam por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), a reabsorção radicular e a eficiência do tratamento de duas diferentes modalidades assistidas por mini-implantes na intrusão dos incisivos superiores. Total de 32 adultos portadores de mordida profunda e com exposição de incisivos central superior em repouso $>5\text{mm}$ foram alocados aleatoriamente em dois grupos: 1 grupo mini-implantes anterior (AMG) e grupo 2 mini-implantes posterior (PMG). No AMG foram aplicados aproximadamente 40g de força por lado com correntes elásticas dos mini-implantes instalados entre os incisivos laterais e caninos e no PMG com fio de beta-titânio mecânica 4x2 apoiado nos mini-implantes posteriores entre os segundos pré-molares e primeiros molares. TCFC foram realizadas antes da intrusão e após 4 meses de intrusão. O Centro de resistência (Cr) do incisivo central foi a referência para determinar a quantidade de intrusão. Para avaliar a reabsorção radicular, medidas lineares e volumétricas foram feitas a partir da junção cimento-esmalte ao ápice. Houve perda de instabilidade de 1 mini-implante, esse participante foi excluído das análises. Resultados: os incisivos apresentaram uma redução significativa no comprimento e volume, esta quantidade foi maior no AMG, especialmente nos incisivos centrais ($P < 0,05$). As taxas médias de intrusão foram de 0,62 e 0,39 mm/mês no AMG e PMG respectivamente, o centro de resistência dos incisivos mostrou movimento distal com inclinação vestibular; essas mudanças foram maiores no PMG ($P < 0,001$). A reabsorção radicular foi correlacionada com a quantidade de intrusão ($P < 0,05$). Os autores ainda concluíram que uma vez que tanto a intrusão dos incisivos quanto a distalização são possíveis com ancoragem posterior, o uso de mini-implantes dessa maneira apresenta uma alternativa aos mini-implantes anteriores em casos de mordida profunda com extração de pré-molares. Mais estudos longitudinais precisam ser realizados para observar os prós e contras desta abordagem.

Sosly et al. (2020) realizaram revisão sistemática avaliando a eficácia de intrusão dos incisivos superiores apoiados em mini-implantes em comparação com outras mecânicas intrusivas não cirúrgicas para correção de mordida profunda. 7 RCTs foram incluídos na síntese quantitativa, e a qualidade geral dos evidência

mostrou ser muito baixa a baixa. Quando comparados aos arcos de intrusão, os mini-implantes resultaram em uma redução eficiente da mordida profunda, favorecendo menos extrusão dos molares superiores e mais intrusão verdadeira dos incisivos medindo do centro de resistência (Cr) ao plano palatino. Os resultados também mostraram que a reabsorção radicular ocorre independente da mecânica de intrusão utilizada.

De acordo com a revisão sistemática e meta-análise conduzida por Currell et al. (2019) a reabsorção radicular induzida ortodonticamente (OIRR) ocorre quando a capacidade reparadora do cimento é excedido, expondo a dentina à odontoclastos causando perda irreversível da estrutura radicular. A formação de áreas hialinizadas durante o tratamento ortodôntico é vista como inevitável, e espera-se que a OIRR ocorra em 80% dos pacientes. Uma perda no comprimento da raiz de 3 mm e uma perda de 1 mm de crista óssea alveolar é biomecânicamente considerada aceitável. A reabsorção grave é considerada uma perda maior que de 4 mm, ou mais de um terço do comprimento total da raiz, e estima-se que afete até 15% dos pacientes tratados ortodonticamente. Estima-se que 46% dos adultos são diagnosticados com periodontite, portanto, destacando a importância deste efeito adverso do tratamento ortodôntico.

Bellini-Pereira et al. (2021) realizaram uma revisão sistemática com os objetivos de quantificar após a intrusão ortodôntica, a quantidade esperada de Reabsorção Radicular Induzida Ortodonticamente (OIRR) e avaliar os fatores relacionados ao tratamento. Para isso dos 545 registros 22 foram identificados como potencialmente úteis e foram selecionados para avaliação do texto completo. Por fim, 14 publicações foram incluídas na análise qualitativa, enquanto 7 foram selecionadas para a síntese quantitativa. O modelo de efeitos aleatórios assume que 0,72 mm (IC 95%: 0.16-1.28) e 0,41 mm (IC 95%: -0.24 a 1.07) de OIRR deve ser esperado nos incisivos superiores e os molares superiores, respectivamente. A meta-análise da região anterior mostrou uma quantidade média de intrusão de 1,55mm a 2,48mm e da região posterior de 2,79mm a 3,40mm de intrusão. Os resultados mostraram maior reabsorção radicular na região anterior quando o movimento de intrusão está associado à retração. Em relação a IORR e a magnitude de forças não houve diferença. E a relação tempo de tratamento também não

apresentou diferença, porém faltam estudos acompanhando a longo prazo, a maioria são de curto prazo. Os autores concluíram que a média de reabsorção radicular esperada após a intrusão anterior é de 0,72mm para cada incisivo superior e 0,41mm para molares, entretanto, esses valores estão dentro do limite clínico aceitável. Fatores relacionados ao tratamento, como o tipo de mecânica aplicada e a duração do tratamento, podem ter um menor impacto neste tipo de movimento ortodôntico quando avaliado como uma mecânica isolada.

Hong et al. (2013) em relato de caso clínico descreveram o tratamento ortodôntico de uma paciente coreana de 31 anos com sorriso gengival e apinhamento. A paciente apresentava exposição gengival excessiva nas áreas anterior e posterior e grande diferença nas alturas gengivais entre os dentes anteriores e posteriores da maxila. Para corrigir o sorriso gengival, optaram por intruir toda a arcada superior em vez de focar apenas nos dentes anteriores superiores. Alinhamento e nivelamento foram realizados previamente com aparelho lingual, e um sistema de ancoragem absoluta com mini-implante na região palatina, bem como um arco “lingual” modificado, foi projetado para alcançar o movimento pósterio-anterior de toda a dentição superior (Figura 2.1). Força de intrusão com corrente elástica de magnitude 200g a 250 g em cada gancho (total de 800g a 1.000 g de força) foi aplicada durante 9 meses ao arco superior simultaneamente. O período de tratamento ativo foi de 18 meses. O sorriso e o apinhamento foram corrigidos, e os resultados obtidos se mantiveram estáveis 21 meses após o tratamento. Houve intrusão anterior de 2mm e posterior de 1mm, não houve rotação no sentido anti-horário da mandíbula e não foi observada reabsorção radicular na radiografia panorâmica segundo os autores.

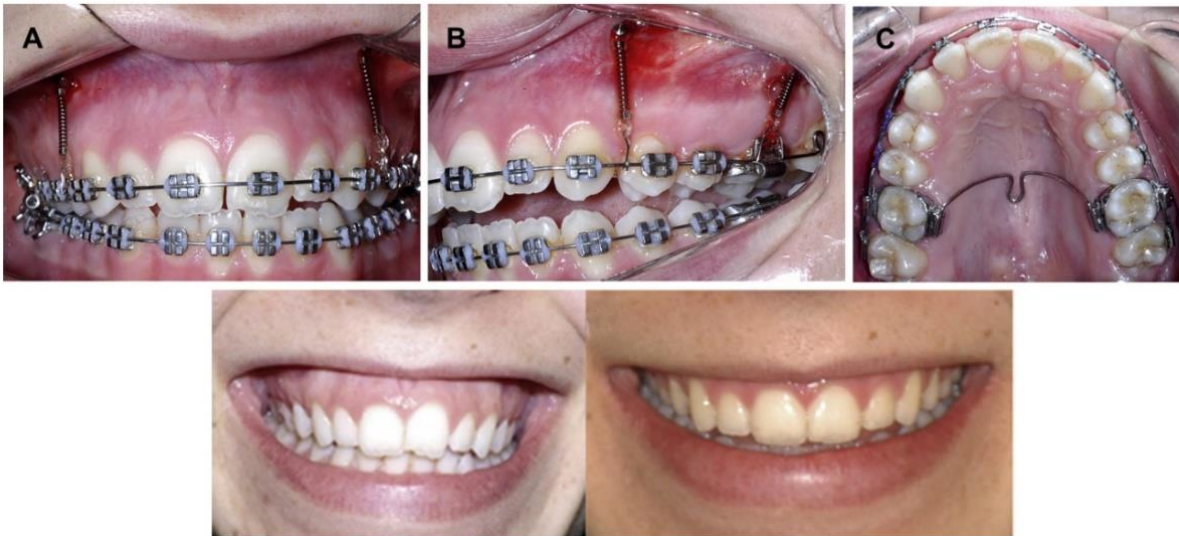
Figura 2.1- Arco lingual e parafuso utilizado para intrusão total da maxila, e correção do sorriso gengival



Fonte: Hong et al. (2013)

Tavares et al. (2013), neste relato de caso clínico de uma paciente de 18 anos, descreveram o tratamento de uma má oclusão de classe II, com um perfil esquelético levemente convexo, terço inferior da face aumentado, envolvendo um sorriso gengival de 4mm na região anterior e 6mm posterior, com incompetência labial. Os incisivos superiores foram intruídos e retraídos com uma mola fechada de níquel-titânio ancorada a um mini-implante, os quais foram colocados nas áreas posterior entre raízes de molares e anterior entre pre-molar e canino. Força de intrusão aplicada de 100g anterior e 150g posterior em cada mini-implante. Instalação de barra transpalatina para controle de inclinação vestibular posterior (Figura 2.2). A mecânica de intrusão foi de 12 meses, e o total de tratamento 32 meses. O sorriso gengival foi corrigido com exposição de gengiva de 1 a 2mm ao sorrir, classe I de molar e caninos, houve ligeira rotação mandibular no sentido anti-horário, e melhorou o selamento labial. Na radiografia panorâmica pós tratamento foi observado reabsorção radicular nos dentes anteriores. O tratamento foi viável e simples, devolvendo uma oclusão satisfatória e um sorriso atraente.

Figura 2.2 - Mecânica ortodôntica com mini-implantes para correção do sorriso gengival



Fonte: Tavares et al. (2013)

Kaku et al. (2012) descreveram o relato de caso de uma paciente de 31 anos que apresentava uma má oclusão de Classe II com biprotusão, perfil esquelético convexo, terço inferior da face aumentado e sorriso gengival. A cirurgia ortognática foi indicada porém paciente não aceitou tratamento, e foi proposto tratamento alternativo com ancoragem esquelética. Foram feitas extrações de 4 pré-molares e instalados mini-implantes, nas áreas posterior na mesial dos molares superiores e anterior entre caninos e laterais superiores. A força de intrusão anterior aplicada foi de 50g para cada lado com fio de amarelo. Mecânica de retração e intrusão apoiada nos mini-implantes posteriores para o arco superior e o arco inferior mecânica convencional de retração com perda de ancoragem posterior. Comparando as medidas cefalométricas antes e pós tratamento foi possível observar uma intrusão de 4mm do incisivo superior, IMPA alterado de 109.2° para 92.5° , ângulo ANB mudou de 6.6° para 5.8° e o Z-angle de 56.5° para 70° . O período de intrusão foi de 12 meses e total de tratamento ativo foi de 3,5 anos. Após remoção do aparelho fixo os mini-implantes anteriores permaneceram e os caninos foram fixados com amarelo mantendo essa contenção fixa por 16 meses, a paciente utilizou uma placa formada a vácuo de 1mm como contenção noturna simultaneamente (Figura 2.3). O tratamento se manteve estável após um período de contenção de 36 meses.

Figura 2.3 - Correção do sorriso gengival e placa de acetato utilizada como contenção



Fonte: Kaku et al. (2012)

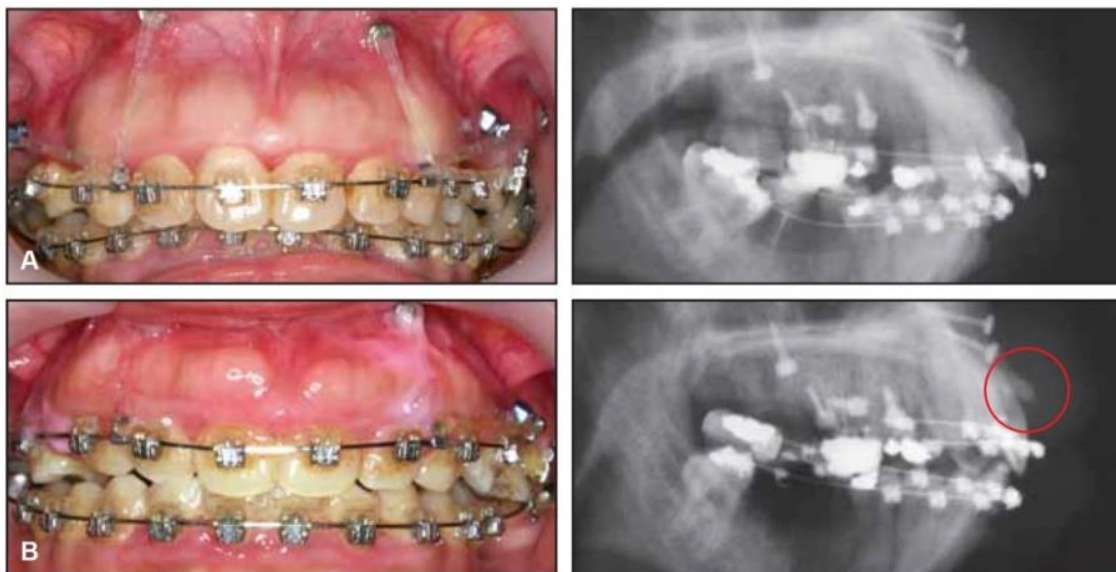
Lin et al. (2008) publicaram 3 relatos de caso clínico no mesmo artigo sobre tratamento do sorriso gengival esquelético com mini-implantes. Um dos casos relatados é de uma paciente de 26 anos portadora do sorriso gengival por excesso vertical da maxila, classe II hiperdivergente, incompetência labial, overjet de 11mm e overbite de 4mm. A proposta de tratamento foi intrusão associado a retração em massa anterior usando mini-implantes posteriores mesialmente ao primeiro molar e mini-implante entre caninos e laterais superiores. A força de intrusão anterior aplicada foi de 50g e força de retração de 200g para cada lado com corrente elástica. Mecânica de intrusão e retração durou 10 meses. Os autores relatam aumento significativo de hiperplasia gengival como um dos efeitos decorrentes da mecânica de intrusão dessa magnitude. Além disso, uma protuberância de osso alveolar perto da margem gengival foi notada. Devido à possibilidade desses efeitos, forças intrusivas contínuas devem ser usadas apenas em pacientes com tecido periodontal saudável. Neste caso, um procedimento estético de aumento da coroa foi realizado para eliminar o excesso de osso alveolar e recuperar a altura da coroa clínica pré-tratamento (Figuras 2.4, 2.5 e 2.6).

Figura 2.4 - Biomecânica de retração e intrusão ancorada em mini-implantes



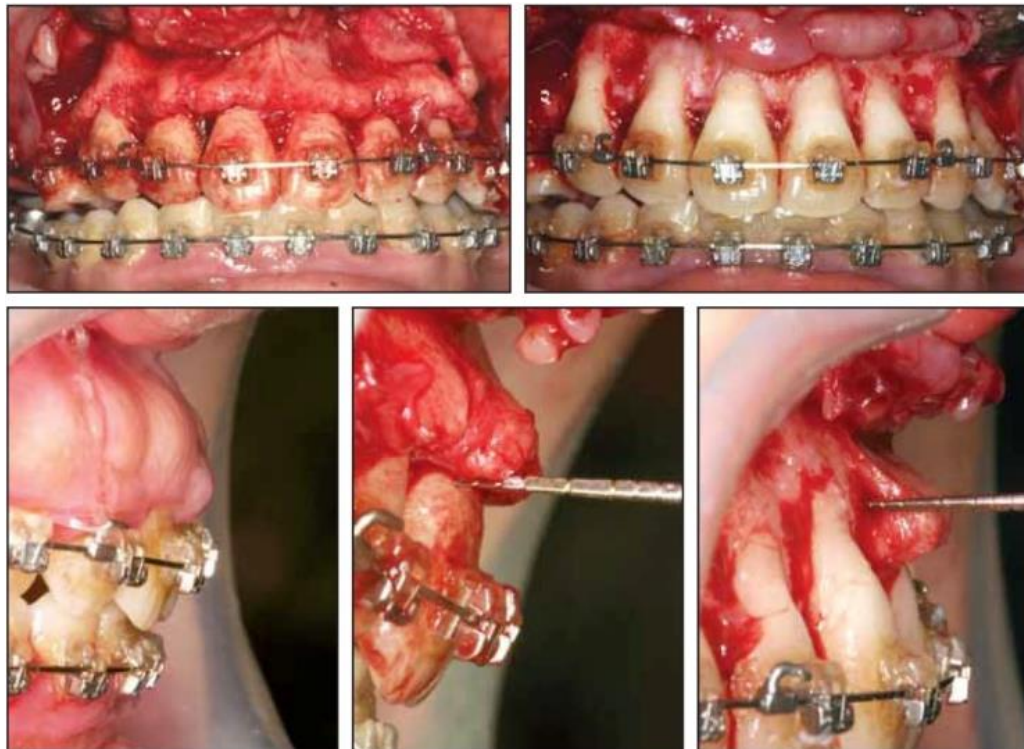
Fonte: Lin et al. (2008)

Figura 2.5 - Progresso da intrusão após 5 meses mostrando hiperplasia gengival e protuberância do osso alveolar anterior



Fonte: Lin et al. (2008)

Figura 2.6 - Cirurgia periodontal para remoção do tecido gengival e ósseo em excesso

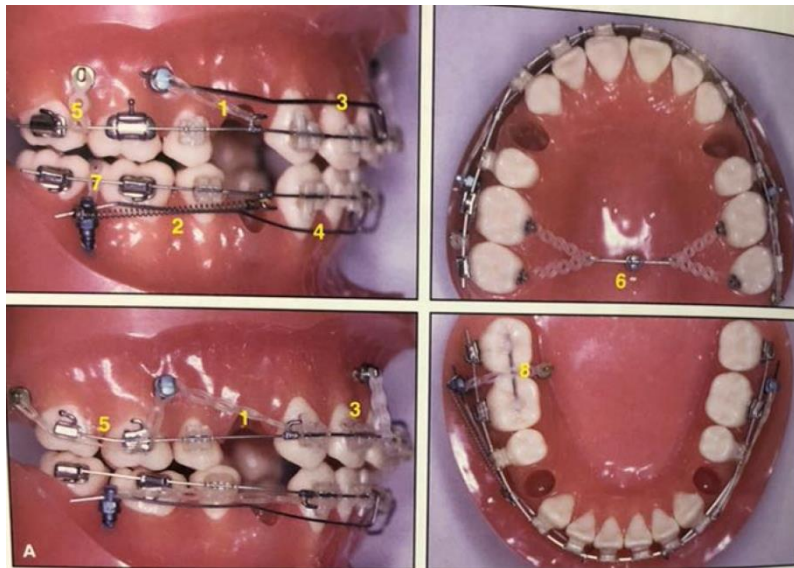


Fonte: Lin et al. (2008)

Sobreposições de traçados cefalométricos feitos antes e após o tratamento mostraram retração e intrusão significativas dos dentes superiores. Radiografias periapicais pré e pós-tratamento indicaram pequena reabsorção radicular dos ápices dos incisivos superiores. O tempo total de tratamento foi de 20 meses.

Lin et al. (2010) publicaram mais uma série de relatos de casos no qual reduziram simultaneamente a dimensão vertical e o sorriso gengival. Os 3 casos relatados tinham em comum além da classe II hiperdivergente, o excesso vertical de maxila e tratamento com extração de pré-molares para retração em massa anterior. Foram instalados mini-implantes entre os dentes 11 e 21, 1 mini-implante no palato e mini-implantes por vestibular (Figura 2.7). A maior quantidade de intrusão anterior foi de 4mm e posterior de 2mm. A mecânica de intrusão total da maxila se mostrou efetiva, porém em um dos casos precisou de cirurgia periodontal após tratamento ortodôntico devido exostose na região anterior do osso alveolar. Tempo de tratamento 24 meses.

Figura 2.7 - Mecânica de retração em massa associada a intrusão total da maxila para tratamento do sorriso gengival

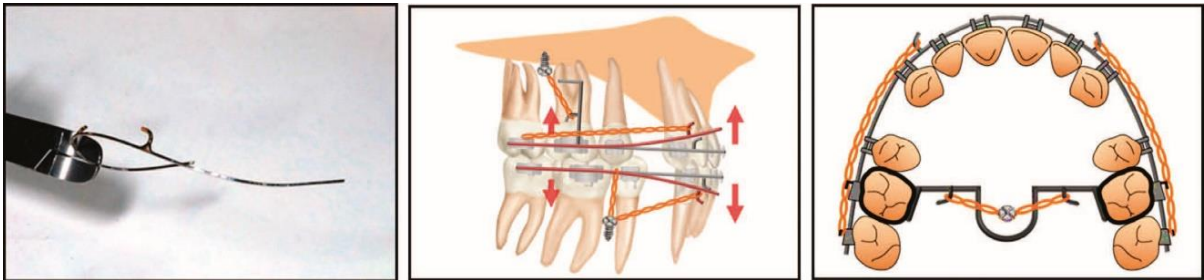


Fonte: Lin et al. (2010)

Paik et al. (2017) em relato de caso clínico, trataram uma mulher de 20 anos com queixa principal de sorriso gengival e protrusão labial. Ela foi diagnosticada com excesso vertical da maxila sem mordida aberta anterior, padrão hiperdivergente e classe II esquelética. Apresentava exposição de incisivo central em repouso de 4,8mm. Paciente recusou a opção de tratamento cirúrgico-ortodôntico, embora quisesse corrigir o sorriso gengival e o queixo retruído. Extrações de 4 pré-molares e intrusão diferencial dos dentes anteriores e posteriores em ambos os arcos foram necessários para maximizar os efeitos do tratamento esquelético. Na maxila, utilizou-se mini-implantes por vestibular entre as raízes dos molares, um mini-implante no palato e uma barra transpalatina modificada com ganchos confeccionada com fio de aço de 1mm de diâmetro. No arco inferior, utilizou-se mini-implantes por vestibular entre as raízes dos molares (Figura 2.8). Em ambos os arcos foram realizados curva reversa no fio. A força de intrusão e retração aplicada foi de 200g. Tempo de tratamento 22 meses. Essa mecânica simples contribuiu para a intrusão total, sendo 2.8mm na região anterior e 1.9mm posterior na maxila. Houve rotação mandibular de 2.1° no sentido anti-horário e pogônio 3mm para frente. A oclusão se manteve estável após 1 ano de tratamento, porém apresentou pequena recidiva no sorriso gengival. Os autores concluíram que a combinação de arcos com fio acentuado de

curva reversa de Spee, força de intrusão aplicada a uma barra transpalatina rígida e número mínimo de TADs contribuíram para a efetiva intrusão do total da maxila.

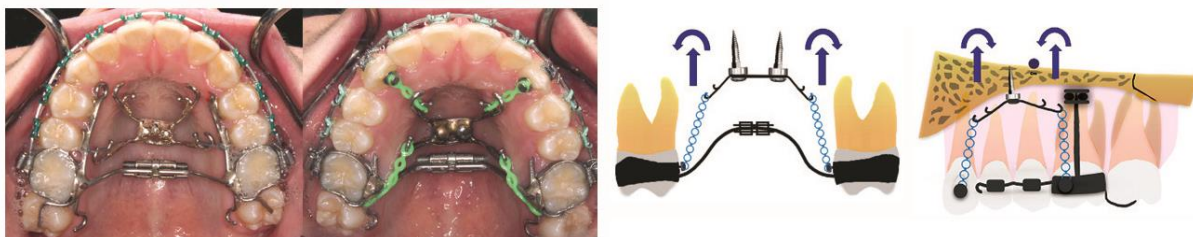
Figura 2.8 - Mecânica ortodôntica utilizando arcos reversos e barra transpalatina com ganchos para intrusão posterior apoiada em 1 mini-implante no palato



Fonte: Paik et al. (2017)

Azami et al. (2020) em um caso clínico, relataram uma mecânica ortodôntica efetiva no controle vertical de todo arco da maxila com mini-implantes no palato, em uma paciente de 14 anos de idade com padrão de crescimento hiperdivergente, exposição do incisivo central em repouso de 4mm e exposição de gengiva de 3mm. Uma barra com 4 ganchos customizadas foi cimentada com cimento de ionômero de vidro sobre os dois mini-implantes no palato. Um expansor de Hyrax modificado foi soldado nas bandas dos primeiros molares para controle transversal (Figura 2.9). A força de intrusão foi de 150 a 200g. Foi necessário torque vestibular nos caninos devida força de inclinação lingual causada pela corrente elástica. A mecânica de intrusão total da maxila durou 14 meses. Resultados obtidos 1.7mm intrusão posterior, 3.4mm intrusão anterior e 3.3mm de projeção do mento mole. Não houve vestibularização nem reabsorção radicular dos incisivos. Total de tratamento 42 meses, contenção de placa a vácuo termo ativa superior com 3-3 fixa inferior.

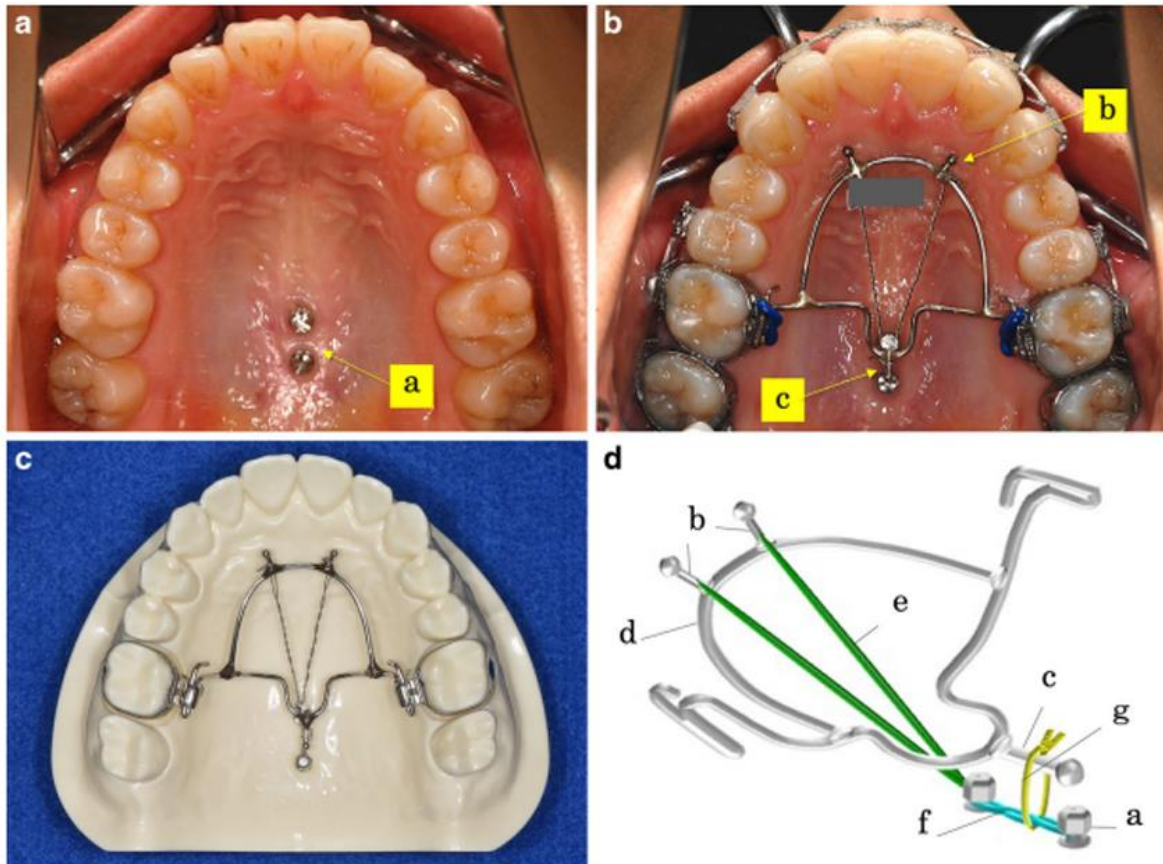
Figura 2.9 - Mecânica ortodôntica para intrusão simultânea do arco superior



Fonte: Azami et al. (2020)

Miyazawa et al. (2022) com o objetivo de avaliar por meio de telerradiografias laterais as mudanças no posicionamento mandibular e no deslocamento dos dentes em casos de sorriso gengival tratados ortodonticamente, conduziram um estudo retrospectivo, em que foram selecionados indivíduos tratados na instituição no período de 2005 a 2019. Os critérios de seleção foram: (1) Classe I ou II de Angle com protrusão maxilar ou protrusão bimaxilar, (2) Excesso vertical da maxila (3) Sorriso gengival no exame inicial (exposição gengival $\geq 3,0\text{mm}$), (4) Dentição permanente completa, (5) Min-implantes instalados na rafe palatina, (6) Extração dos pré-molares, (7) melhora sorriso gengival após o tratamento, (8) Sem crescimento ativo, (9) Arquivos com os dados cefalométricos completos (10) Tratados com o mesmo dispositivo de intrusão (LAS) utilizados nessa instituição (Figura 2.10). Total de 16 indivíduos foram elegíveis. Resultados: Média de exposição gengival pré-tratamento foi $4.6 \pm 1.2\text{mm}$ e pós-tratamento foi $1.6 \pm 1.6\text{mm}$. Verticalmente a intrusão foi significativa para incisivos superiores (Is-NL) de $3.4 \pm 2.0\text{mm}$ ($P < 0,001$) e dos primeiros molares superiores (Msc-NL) de $1.6 \pm 0.9\text{mm}$ ($P < 0,01$). O ângulo do plano mandibular (ML-NSL: $-1.5 \pm 1.4^\circ$) diminuiu significativamente ($P < 0,001$) e uma rotação anti-horária da mandíbula foi observada. Houve um movimento ascendente (Pro-NL) de $-3.1 \pm 1,7\text{mm}$ ($P < 0,001$) evidenciando que o sorriso gengival melhorou. Os autores concluíram que o controle vertical por meio de mini-implantes é importante para melhorar o sorriso gengival. Tratamento envolvendo a combinação de mini-implantes e barra transpalatina modificado resultaram na intrusão dos primeiros molares e incisivos superiores, conseqüentemente, subindo o plano oclusal. Os resultados deste estudo sugerem que intrudir o plano oclusal e minimizar a extrusão molar inferior são sistemas de força eficazes para induzir rotação anti-horária da mandíbula e melhorar o sorriso gengival.

Figura 2.10 - Dispositivo LAS utilizado para intrusão e retração anterior



Fonte: Miyazawa et al. (2022)

Alshammery et al. (2021) conduziram uma revisão sistemática com a seguinte questão de pesquisa: os mini-implantes como dispositivos de ancoragem esquelética (DATs) são eficazes para a correção não cirúrgica do sorriso gengival? Palavras chaves indexadas: ancoragem esquelética, sorriso gengival, mini-implantes, ortodontia e excesso vertical da maxila. De 29 estudos selecionados para leitura completa, 25 foram excluídos por serem relatos de casos, artigos de revisão, estudos retrospectivos, resenhas de livros, séries de casos e/ou resumos de conferências. No total 4 estudos foram selecionados, sendo 1 único RCT, porém todos sobre correção do sorriso gengival em paciente com mordida profunda e não em paciente portadores de excesso vertical da maxila. Os autores concluíram que os TADs são efetivos para a correção do sorriso gengival, no entanto, mais estudos de acompanhamento a longo prazo, e ensaios clínicos bem desenhados com cálculo amostral adequados são necessários, além de mais estudos que avaliem a

reabsorção radicular induzida ortodonticamente após a intrusão de dentes anteriores a partir de tomografias computadorizadas.

Dentre os diversos tipos de movimentos dentários induzidos ortodonticamente o de intrusão é, sem dúvida, um dos mais desafiadores de serem alcançados. Por ser um movimento não fisiológico, a intrusão pode levar um tempo prolongado para ocorrer e ser acompanhada de reabsorção radicular externa (Burstone,1977; Ng et al., 2005; Harris et al.,2006; Çifter et al.,2011; Currell et al.2019).

2.3 MICRO-OSTEOPERFURAÇÃO

É de conhecimento geral que um tratamento ortodôntico pode levar anos para ser concluído sendo que a média de duração em casos moderados à complexos pode variar de 14 a 33 meses (Tsichlaki et al., 2016). Tratamentos longos tem sido associado a maior suscetibilidade a reabsorção radicular, gengivite, lesões cariosas incluindo manchas brancas. Além disso, a adesão do paciente e a qualidade de vida relacionada à saúde bucal podem ser prejudicadas por tratamentos mais extensos, especialmente em adultos (Shahabee et al., 2020).

Existe uma demanda crescente tanto do paciente quando do ortodontista para reduzir a duração do tempo de tratamento ortodôntico e também com intuito de diminuir os riscos de efeitos colaterais e da sensibilidade dolorosa (Feizbakhsh et al., 2018; Mistry et al., 2020).

Os métodos de aceleração do movimento dentário desenvolvidos podem ser divididos em: mecânicos como vibração de baixa intensidade ou de alta frequência e pulsão eletromagnética; fotobiomodeladores como Led e Laser de alta ou baixa potência; farmacológicos como injeções de prostaglandina; e cirúrgicos como as micro-osteoperfurações, piezo incisões, corticotomias e distração osteogênica. As micro-osteoperfurações são consideradas pouco invasivas entre as demais técnicas cirúrgicas (Huang et al., 2014; Uribe et al., 2017; Chan et al., 2018; Chen et al., 2020; Mistry et al., 2020; Arquib et al., 2021).

O osso é um tecido dinâmico que se remodela em resposta a forças mecânicas. É consensualmente aceito que a velocidade do movimento dentário está relacionada com a taxa de reabsorção óssea e que está por sua vez relacionada com a atividade osteoclástica. Por isso, podemos assumir que fatores da circulação sanguínea que recrutem osteoclastos e estimulem sua diferenciação em células maduras devem ter um papel chave na movimentação dentária (Alkebsi et al., 2018; Feizbakhsh et al., 2018; Mistry et al., 2020).

Segundo Consolaro (2015), a rede tridimensional formada pelos osteócitos controla o design ósseo ao coordenar a atividade das células nas superfícies trabeculares e corticais, especialmente os osteoblastos e osteoclastos. Mini placas e mini-implantes servem de ancoragem para que os demais componentes ortodônticos e ortopédicos possam, mesmo que a distância, deformar e estimular a rede de osteócitos a comandar uma remodelação no design ósseo de acordo com a demanda funcional criada pelas forças aplicadas e seus vetores. Na transmissão próxima ou longínqua de forças, com base na ancoragem esquelética oferecida pelas mini placas, pode-se mudar a posição, formato, o tamanho e a relação entre os ossos maxilares. Compreender a biologia óssea e a remodelação constante do esqueleto permite atuar com segurança e precisão nos planejamentos reabilitadores dos pacientes, e também aumenta as possibilidades de devolver estética e função.

Acelerar a reabsorção óssea é o fator central para acelerar a movimentação dentária. Isso pode ser feito através de estímulos químicos e físicos diretos sobre as células responsáveis pela remodelação óssea, os osteoclastos/osteoblastos, ou indiretamente estimulando o corpo a recrutar e a ativar essas células (Alansari et al., 2015; Chan et al., 2018).

Alikhani et al. (2013) realizaram um estudo com o intuito de investigar os marcadores inflamatórios e sua relação com a taxa de movimentação dos dentes. Para este trabalho foram feitas micro-osteoperfurações (MOPs) durante a retração dos caninos. A amostra foi composta de 20 pacientes que possuíam relação completa de Classe II e indicação de extração dos primeiros pré-molares superiores. Os participantes foram divididos aleatoriamente em dois grupos, o grupo MOPs em

que receberam em um dos lados da boca 3 perfurações utilizando o dispositivo Propel (profundidade de 2-3 mm, na distal dos caninos antes da consulta de ativação da retração) e o grupo controle. O período do estudo foi de 4 semanas e as amostras do fluido crevicular foram coletadas para mensuração do nível dos marcadores inflamatórios nos tempos T0, 1, 7, 14 e 28 dias. Os pacientes ainda foram avaliados em relação ao desconforto com uma escala numérica para dor. Após 28 dias, observou-se clinicamente a retração dos caninos na região que recebeu as MOPs e uma mínima ação de retração nas regiões que não receberam a intervenção. Na medição dos modelos de gesso, observou-se 2.3 vezes aumento da taxa de movimentação para as regiões que receberam as MOPs, quando comparadas ao lado oposto e ao grupo controle. As citocinas e quimosinas foram significativamente diferentes para o grupo experimental nos tempos analisados, com exceção do dia 28, que apresentou taxas normais dos mediadores analisados, com exceção para a Interleucina-1 no grupo controle. Na análise do desconforto, 24 horas após a ativação da retração dos caninos, ambos os grupos apresentaram maiores níveis quando comparados aos índices pré retração, mas sem significância estatística entre os grupos. A conclusão do estudo foi que as MOPs aumentam a expressão dos marcadores biológicos com um maior recrutamento de osteoclastos; aumentam em 2.3 vezes a taxa de movimentação dentária; apresentam um desconforto suave logo após o procedimento e podem reduzir o tempo do tratamento em 62%.

Huang et al. (2014) estudaram os mecanismos moleculares por trás do fenômeno da aceleração regional. Está estabelecido na literatura que o movimento ortodôntico é determinado pelo controle dos processos moleculares que regulam o comportamento celular do osso alveolar e do ligamento periodontal gerando capacidade de remodelação dos tecidos que circundam as raízes. Estudos histológicos mostram que a formação de osteoclastos é induzida no lado de compressão após a aplicação de forças ortodônticas. As forças compressivas aumentam a liberação de mediadores que promovem a diferenciação das células clásticas, como o RankL, M-CSF, a Cicloxigenase 2 e Prostaglandina E2, além de inibir a liberação de OPG, que impede a ação da enzima RankL, que é responsável pela inibição da atividade osteoclástica. Segundo os autores a reação inflamatória provocada pelas forças ortodônticas no lado de compressão, assim como os

procedimentos de perfuração do osso alveolar induzem a expressão de citocinas inflamatórias devido ao aumento de formação dos osteoclastos. Mediadores inflamatórios durante o tratamento ortodôntico como proteínas pró-inflamatórias extracelulares conhecidas como citocinas são produzidas e liberadas por macrófagos e células locais como osteoblastos, fibroblastos e células endoteliais e atuam no recrutamento dos osteoclastos. As principais citocinas são: IL-1 α , IL-1 β , TNF- α (Fator de Necrose Tumoral α) e IL-6. Outros mediadores inflamatórios liberados durante o tratamento ortodôntico são as prostaglandinas e os neuropeptídeos. Os autores concluíram que a compreensão dos fenômenos moleculares que suportam a aceleração da movimentação dentária é fundamental para tornarmos os procedimentos utilizados com esse fim mais eficientes, menos invasivos, mais baratos e com menos efeitos colaterais.

Kinjo et al. (2022) analisaram a expressão de TNF- α durante movimentação dentária com MOPs em camundongos no período de 6 e 12 dias. Os autores concluíram que MOPs foram efetivas em acelerar a OTM e aumentaram a expressão de TNF- α . A capacidade de resposta de células estromais ao TNF- α é um fator crucial para a formação de osteoclastos, e as MOPs amplificam essa resposta, levando ao aumento do movimento dentário ortodôntico. Os autores também sugerem que este trabalho fornece uma base teórica para aplicações em humanos. No entanto, muitas variáveis como o número, localização e tempo de MOP devem ser analisados. Esses fatores devem ser levados em consideração para que o TNF- α induzido por MOPs atue efetivamente nas células do estroma em experimentos futuros aplicados em humanos.

Attri et al. (2018) realizaram um estudo clínico controlado randomizado comparando a taxa de movimentação dentária e a percepção da dor durante tratamento da retração em massa após exodontia de pré-molares, com e sem microosteoperfurações. A amostra composta por 60 indivíduos foi dividida aleatoriamente em dois grupos: G1 (controle) e G2 (MOPs) em que foram realizadas 3 MOPs com Propel na distal dos caninos, repetidas a cada 28 dias, até o fechamento completo dos espaços. Foi encontrada diferença estatística significativa entre os grupos ($p < 0,05$), sendo que a taxa média de movimento dentário no grupo MOPs foi de 0,88 mm/mês ($\pm 0,21$) na maxila e 0,80 mm/mês ($\pm 0,19$) na mandíbula. Já no grupo

controle a taxa média de movimento dentário foi de 0,53 mm/mês ($\pm 0,19$) na maxila e 0,49 mm/mês ($\pm 0,1$) na mandíbula. Em relação a percepção dolorosa causada pelas MOPs não houve diferença entre os grupos. Os autores concluíram que as MOPs foram efetivas em acelerar o movimento ortodôntico sem causar desconforto ou dor.

Fattori et al. (2020) estudaram o efeito das microperfurações ósseas na taxa de movimentação dentária durante o fechamento de espaço após extração de pré-molares para descompensação dentária em pacientes que seriam submetidos a cirurgia ortognática. Para isso realizaram um ensaio clínico randomizado onde 24 indivíduos com indicação de exodontia de pré-molares e tratados com mecânica de deslizamento para fechamento dos espaços foram aleatoriamente alocados em 2 grupos. Os pacientes do grupo experimento receberam 3 microperfurações ósseas no espaço entre as extrações até o fechamento dos espaços. Os resultados não mostraram diferenças entre os grupos e ainda a intervenção mostrou ter um impacto negativo na qualidade de vida dos indivíduos participantes.

Shahabee et al. (2020) realizaram uma revisão sistemática avaliando os efeitos das micro-osteoperfurações na taxa de movimentação de retração de caninos. Os resultados obtidos dos 6 ensaios clínicos randomizados mostraram que a taxa de retração mensal do canino foi em média 0,45mm maior nos grupos submetidos a micro-osteoperfurações quando comparados aos controles. Os resultados foram similares independente da técnica utilizada para perfuração. Não houve diferença para dor ou efeitos adversos entre os grupos, porém um estudo reportou maior reabsorção radicular entre os pacientes submetidos a perfurações ósseas.

Sivarajan et al. (2020), em revisão sistemática, avaliaram as evidências sobre os efeitos dos MOPs na taxa de movimento dentário ortodôntico (OTM), duração do tratamento e complicações associadas as MOPs. Oito ensaios clínicos randomizados foram incluídos para a análise qualitativa. A meta-análise de 2 estudos homogêneos indicou efeito insignificante com MOPs (IC 95%, 0,13-0,11; $p=0,83$) no fechamento completo do espaço em tracionamento de caninos. Nenhuma diferença ($P>0,05$) foi encontrada na perda de ancoragem, reabsorção

radicular, recessão gengival, e dor. Os autores sugerem estudos futuros para investigar a eficácia dos MOPs durante todo o tratamento para diferentes modelos de movimento dentário, frequência, e as alterações biológicas relacionadas às MOPs.

Dos Santos et al. (2020), em revisão sistemática, também não encontraram diferenças na taxa de movimento ortodôntico após procedimento de MOPs com Propel (IC 95% = - 0,01 a 0,75) ou com mini-implantes (IC 95% = - 0,02 a 0,31). O nível de certeza foi classificado como baixo para a taxa de movimentação dentária e dor/desconforto, como moderado para perda de ancoragem e alto para reabsorção radicular. Os autores concluíram que as MOPs parecem não ter efeito na reabsorção radicular, perda de ancoragem, saúde e dor/desconforto. Produziram mais impacto na qualidade de vida imediatamente após as perfurações e por 3 dias subsequentes. Um nível mais alto de evidência pode ser gerado com estudos que acompanham o fechamento do espaço até o final e com menor heterogeneidade metodológica.

Mohaghegh et al. (2021) realizaram uma revisão sistemática com o objetivo de avaliar os efeitos das micro-osteoperfurações no movimento dentário induzido ortodonticamente e as reações adversas dessa intervenção. Dos 257 estudos inicialmente identificados, 15 foram selecionados para análise qualitativa, dos quais 8 foram classificados como baixo risco de viés e os 7 restantes com risco incerto de viés. 10 estudos avaliaram a taxa de retração dos caninos e a meta-análise dos dados relativos identificou uma diferença significativa entre MOPs e controle ($p < 0,01$). A análise quantitativa mostrou que não houve diferença significativa em relação à perda de ancoragem e à dor ($p > 0,05$). A análise dos resultados permitiu que os autores concluíssem que a aplicação de micro-osteoperfurações, de forma única ou recorrente, aumenta a taxa de movimento ortodôntico. Entretanto, quando foram incluídos na análise estatística apenas estudos com baixo risco de viés, não houve diferença entre os grupos. Também não foi constatada diferença entre os grupos em relação à perda de ancoragem, dor e problemas periodontais.

Shahrin et al. (2021) avaliaram a efetividade das micro-osteoperfurações na aceleração do movimento ortodôntico na fase de alinhamento na região anterior da maxila e na melhora do apinhamento nos primeiros 6 meses de tratamento. Trinta

indivíduos adultos, com apinhamento moderado na região anterior superior foram alocados aleatoriamente em 2 grupos iguais através de randomização em bloco. Todos os participantes realizaram exodontia dos primeiros pré-molares superiores e tratados com aparelho fixo convencional (fios redondos de níquel-titânio 0.14 e 0.18 para alinhamento e nivelamento). MOPs foram realizadas mensalmente (3mm de profundidade na altura da gengiva inserida nas proximais dos dentes anteriores da maxila) até finalização do alinhamento. Índice de irregularidade de Little para medir os desfechos estudados em modelos de gesso que foram obtidos a cada consulta mensal. Resultados: não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos em relação à duração do alinhamento (139 dias MOPs e 143 dias controle, $p=0,467$) nem em relação à porcentagem mensal de melhora do apinhamento ($p=0,124$). Os autores concluíram que as micro-osteoperfurações não são capazes de diminuir o tempo de duração da fase de alinhamento e nivelamento do tratamento ortodôntico.

Al-Attar et al. (2022) conduziram um ensaio clínico randomizado multicêntrico para avaliar os efeitos das micro-osteoperfurações (MOPs) no alinhamento dos dentes anteriores inferiores, percepção da dor (PP) e a reabsorção radicular (RR). Trinta e três participantes com apinhamento moderado inferior anterior foram alocados aleatoriamente nos grupos MOPs ($n = 17$) ou controle ($n=16$). Foram realizados duas MOPs verticalmente (2mm e 4mm abaixo crista alveolar) entre cada dente por vestibular (entre os caninos e os incisivos laterais e entre os incisivos centrais). MOPs uma única vez, e as moldagens realizadas na 4 semana (T1), 8 semanas (T2) e 12 semana (T3). Radiografias periapicais foram feitas em T0 e T3. Questionário de dor (VAS) diariamente durante a primeira semana de tratamento. Resultados: Tempo médio de alinhamento final foi de 10,41 semanas (IC 95% = 9,92-10,89) no grupo MOPs e 16,62 semanas (IC 95% = 16,11-17,13) no controle ($P < 0,05$), sendo 37,7% mais rápido. Não foi significativo para dor (PP) e reabsorção radicular (RR) entre os grupos ($P > 0,05$). Os participantes do grupo MOPs apresentaram maior grau de RR ($P < 0,05$) secundário à intervenção. Os autores concluíram que as MOPs associadas a terapia ortodôntica fixa reduziram em aproximadamente seis semanas a fase de alinhamento. A reabsorção radicular deve ser monitorada durante todo o tratamento com MOPs.

Kumar et al. (2022) avaliaram o efeito de micro-osteoperfurações (MOPs) na taxa de movimentação dentária ortodôntica (OTM) durante a retração anterior em massa. Ensaio clínico randomizado controlado com 20 participantes. Foram realizados MOPs entre cada dente da região anterior, incluindo a distal dos caninos, em três alturas diferentes, totalizando 21 MOPs em cada arco dentário. Foi aplicado questionário de dor (VAS). Resultados: no período de 4 meses desse estudo a taxa geral de OTM avaliada na maxila foi de 1,06 mm/mês ($\pm 0,34$) para o grupo MOPs e 0,69mm/mês ($\pm 0,22$) para o grupo controle e na mandíbula 0,92mm/mês ($\pm 0,39$) MOPs e 0,66mm/mês ($\pm 0,26$) para o grupo controle. Esta taxa geral de OTM foi significativamente maior ($p < 0,05$) no grupo MOPs em ambos os arcos. A média de 5,0 na escala VAS indicou dor leve à moderada 1 dia após a realização das MOPs. Os autores concluíram que o uso de MOPs é eficaz em aumentar a taxa de retração dentária em massa tanto na maxila quanto na mandíbula

2.4 SOBREPOSIÇÃO 3D *VOXEL-BASED*

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) é uma ferramenta eficaz para estudar os resultados do tratamento, pois fornece medições reais sem distorções, permitindo comparação com exatidão e precisão; também permite medições volumétricas de um objeto e avaliação de alterações de contorno e forma, muitas vezes limitadas na cefalometria 2D. Além de fornecer mais informações do que as imagens 2D, as imagens 3D também podem ser sobrepostas (ou registradas), usando milhares de pontos, formas e volumes ao invés de linhas ou curvas, e permitindo avaliação com base nas diferenças obtidas diretamente das imagens sobrepostas (Cevidanez et al., 2010; Ruellas et al., 2016). Um dos objetivos da sobreposição 3D de imagens seriadas é entender como as mudanças tamanho e forma, e as posições espaciais relativas do tecido esquelético, dentário e tecido mole podem contribuir para um padrão esquelético e dentário específico. Os modelos de superfície 3D podem ser sobrepostos para avaliar crescimento, alterações no tratamento, estabilidade e diagnóstico inicial. A sobreposição e as distâncias entre as superfícies de diferentes pontos de tempo podem ser usadas

para identificar e quantificar valores e direção das mudanças (Cevidane et al., 2005; Cevidane et al., 2009; Ruellas et al., 2016).

Existem três tipos básicos de sobreposição: (1) baseado no ponto de referência; (2) baseado na superfície; e (3) baseado no voxel. O último e mais eficiente método compara estruturas de referência imutáveis nos dados volumétricos voxel por voxel, não depende da identificação do ponto de referência como no primeiro método e não é limitado pelos erros inerentes à segmentação como no método baseado na superfície (Almukhtar et al., 2014; Koerich et al., 2016).

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) é um exame de imagem que fornece imagens multiplanares em resolução submilimétrica. Em uma imagem 3D o voxel é equivalente a resolução de pixels em imagens 2D e, neste caso, uma resolução de 300 ppi (pixels por polegada) corresponderia diretamente a um tamanho de voxel de 0,085 mm. O voxel é definido por sua altura, largura e profundidade, de mesmo tamanho, sendo que quanto menor for o tamanho do voxel melhor será definição e qualidade das imagens, porém aumentarão os ruídos na imagem e a dose de radiação para o paciente. Para casos de planejamento em cirurgia ortognática voxels maiores como os de 0.4mm são mais indicados enquanto para diagnóstico de reabsorção radicular externa voxel de 0.2mm. Na prática clínica, a qualidade da imagem e a capacidade da TCFC de exibir características anatômicas e patológicas é influenciada não só pelo tamanho do voxel, mas também por uma série de variáveis, como a unidade do escâner, o campo de visão (FOV), tempo de exame, artefatos, voltagem e amperagem do tubo. Sabe-se que FOV maiores podem fornecer reconstruções menos nítidas devido à maior angulação do feixe na área de volume superior e inferior e redução relação contraste-ruído. Sendo assim deve-se ponderar os custos/benefícios combinados com melhores condições de diagnóstico e a menor exposição do paciente a radiação (Grauer et al., 2009; Spin-Neto et al., 2013).

O registro baseado em voxel por voxel utiliza a diferença de escala de cinza do voxel para alinhar as duas imagens DICOM, essa sobreposição vai alcançar a menor diferença de densidade de escala de cinza total entre as duas imagens. Utiliza-se as intensidades de cinza em todo o volume selecionado e, portanto, usa esse conteúdo como base do registro, sendo útil quando for difícil detectar características de topografia de superfície distintas (Almukhtar et al., 2014).

Koerich et al. (2016) testaram a acurácia e reprodutibilidade de um método mais rápido de sobreposição regional da maxila e da mandíbula em pacientes adultos a partir de tomografias computadorizadas com FOV (field of view) menor. O programa de *software* utilizado para o estudo foi o OnDe-mand 3D. Em ortodontia e cirurgia oral e maxilofacial, a maioria dos estudos com o objetivo de entender as alterações esqueléticas são realizados com sobreposição das imagens tomográficas (*scans*) em relação à base do crânio (padrão ouro), para isso necessariamente o FOV precisa ser grande, do crânio todo (por exemplo FOV de 16x22cm), expondo o paciente a uma dose de radiação mais alta, além do tamanho do voxel (0.4 mm) ser maior. O estudo validou o método de sobreposição regional, ou seja, ao utilizar um FOV menor, apenas da maxila, incluindo estruturas anatômicas estáveis como o processo zigomático e o palato, permite avaliação 3D acurada assim como no padrão ouro. Além disso utilizando FOV menor pode-se diminuir o tamanho do voxel (0.2mm) facilitando a segmentação de estruturas anatômicas radiculares.

Ruellas et al. (2016) avaliaram três regiões de referência (Bjork, Bjork modificado e corpo mandibular) para o registro da mandíbula por meio da TCFC obtida antes (T1) e após o tratamento (T2) em uma amostra de 16 pacientes em crescimento. Segundo os autores a sobreposição de estruturas mandibulares estáveis pode ser usada para avaliar mudanças ocasionadas pelo crescimento ou tratamento na mandíbula sem a necessidade de implantes metálicos. As estruturas consideradas estáveis da mandíbula: o contorno anterior superior do mento, a cortical interna da borda inferior da sínfise mandibular, a estrutura trabecular da sínfise e o contorno do canal mandibular. Os modelos de superfície tridimensionais foram gerados e sobrepostos seguindo os seguintes passos:

- 1) Construção das segmentações volumétricas tridimensionais na base do crânio, maxila e mandíbula em T1, utilizando o programa de código-aberto ITK-SNAP.
- 2) Orientação da cabeça: a partir das segmentações volumétricas tridimensionais em T1, modelos de superfície tridimensionais em T1 são gerados e utilizados para posicionar corretamente a cabeça nos 3 planos espaciais.
- 3) Aproximação manual dos *scans* T1 e T2 no *software* 3DSlicer.
- 4) Construção das segmentações volumétricas tridimensionais da mandíbula T2 utilizando o programa ITK-SNAP.
- 5) Colocação dos pontos de referência (*landmarks*) nas segmentações volumétricas tridimensionais T1 e T2. Esses são os pontos de referência escolhidos para fazer as medições.
- 6) Registro da imagem mandibular pelo voxel: o método de registro automático pelo voxel foi realizado utilizando o programa 3DSlicer.
- 7) Avaliação quantitativa por meio dos pontos de referência no programa 3DSlicer, quantificação de componentes tridimensionais (ferramenta Q3DC).

Os autores concluíram que os achados do presente estudo enfatizam que o registro mandibular regional é dependente da região alvo de referência que pode interferir na avaliação das alterações decorrente ao crescimento e/ou tratamento. Definir uma região de referência estável permite correta avaliação do crescimento e resultados do tratamento. Também pode ser usado para avaliar enxerto ósseo, movimentação dentária, simetria mandibular e reabsorção condilar. Entre as três regiões de referência avaliadas, a máscara corpo mandibular apresentou melhores resultados quando comparado com a referência Bjork.

Bazina et al. (2018) avaliaram a precisão e confiabilidade da sobreposição tridimensional *voxel-based* utilizando o programa Dolphin (Dolphin Imaging, Chatsworth, Califórnia). O método de sobreposição baseado em voxel desenvolvido por Cevidanes et al. (2005), utiliza 2 programas de código aberto e leva cerca de 3 horas para completar uma sobreposição, quando o operador é bem treinado. Um *software* de imagem disponível comercialmente, Dolphin 3D (versão 11.8.06.15

premium; Dolphin Imaging, Chatsworth, Califórnia), introduziu recentemente uma sobreposição baseada em voxel de fácil utilização, que pode realizar uma sobreposição 3D em menos de 5 minutos. O objetivo deste estudo foi avaliar a precisão e confiabilidade da sobreposição baseada em voxels, registrado na base do crânio, utilizando o programa Dolphin. Conclusões: a sobreposição tridimensional baseada em voxels utilizando o Dolphin Imaging, é um método rápido, fácil de usar, preciso e confiável. Deve-se levar em consideração o valor alto do *software* o que impossibilita a grande dissipação de pesquisadores em utilizar.

Ponce-Garcia et al. (2018) realizaram uma revisão sistemática com o objetivo de investigar a confiabilidade dos métodos de sobreposição tridimensional para avaliação das alterações dos tecidos duros craniofaciais. Segundo os autores a TCFC é atualmente uma ferramenta de diagnóstico bem estabelecida para a avaliação 3D de crescimento e/ou tratamento alterações nas estruturas craniofaciais. No entanto, é importante entender que os desafios permanecem porque a sobreposição 3D é muito mais complicada do que sobreposição 2D. As dificuldades para avaliar a confiabilidade das sobreposições 3D não são apenas resultado de questões de registro, mas também resultado da escolha de regiões para testar a reprodutibilidade da sobreposição, com locais de referência em várias superfícies nos três planos do espaço. Os processos para análise das imagens incluem os procedimentos de construção 3D, registro, sobreposição e quantificação de mudanças. No método de registro baseado em voxel, apesar de demorado, as etapas envolvidas são automatizadas, o que pode permitir procedimentos de análise independentes de erros do observador. A aplicação deste método tem sido amplamente descrita na literatura para avaliar alterações após cirurgia ortognática e tratamentos ortopédicos. Os autores sugerem que, embora os métodos de sobreposição 3D sejam o padrão-ouro para avaliação craniofacial comparados aos métodos 2D convencionais, ainda faltam estudos comparando o padrão-ouro para determinar a real precisão de qualquer um dos métodos.

3 PROPOSIÇÃO

Objetivo principal:

Testar a hipótese nula: “As micro-osteoperfurações não aceleram o movimento ortodôntico de intrusão total dos dentes superiores durante o tratamento do sorriso gengival com mini-implantes, quando comparadas ao tratamento sem micro-osteoperfurações”.

Objetivos secundários:

- Avaliar tridimensionalmente o movimento dentário decorrente do tratamento não cirúrgico do sorriso gengival, utilizando mini-implantes, com e sem micro-osteoperfurações.
- Avaliar tridimensionalmente as alterações na morfologia radicular decorrentes do tratamento não cirúrgico do sorriso gengival, utilizando mini-implantes, com e sem micro-osteoperfurações.
- Avaliar o nível de dor durante a intervenção.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 COMITÊ DE ÉTICA

O projeto de pesquisa foi enviado ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo - CEP-FOUSP e aprovado no dia 11 de fevereiro de 2019 sob o Parecer N°: 3.141.292/ CAAE: 01694818.0.0000.0075 (ANEXO A).

Foi devidamente registrado na plataforma virtual de Registros Brasileiros de Pesquisas Clínicas (ReBEC), número do UTN: U1111-1249-8673.

Os tratamentos ortodônticos foram realizados na Clínica de Ortodontia Corretiva, da disciplina de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo – FOUSP, após autorização dos sujeitos envolvidos na pesquisa por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO B).

4.2 CÁLCULO AMOSTRAL

O cálculo da amostra foi baseado na taxa de intrusão do molar superior de 2,1mm ($\pm 0,9$) durante o período de 7,7 meses, observada no trabalho de Heravi et al. (2011). Ainda que considerada uma técnica minimamente invasiva, as microosteoperfurações são um procedimento cirúrgico e assim consideramos a magnitude de efeito a ser detectada da ordem de no mínimo 60%. Os dados foram inseridos no programa G*Power (Download G*Power 3.1.9.4 for Windows) considerando um teste bicaudal com confiança de 95% e poder de 80% chegou-se a uma amostra de 10 pacientes por grupo. Supondo uma perda de seguimento de 20% o total final de participantes foi de 12 por grupo.

4.3 SELEÇÃO DA AMOSTRA

Foi realizado o recrutamento de 152 indivíduos adultos que procuraram por tratamento ortodôntico na clínica de Ortodontia Corretiva da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP). Por meio de exame clínico foram selecionados 24 indivíduos portadores de sorriso gengival por excesso vertical da maxila.

Foram considerados os seguintes critérios de inclusão:

1. Indivíduos do sexo masculino e feminino, dentados, que não estavam em fase de crescimento ativo;
2. Exposição dos incisivos centrais superiores em repouso maior que 5mm;
3. Sorriso com excesso de exposição gengival anterior e posterior maior que 3mm,
4. O tamanho da coroa clínica dos incisivos centrais superiores estavam de acordo com a norma clínica de 9-11mm;
5. Relação dentária de classe I ou II de Angle;
6. Espaço interlabial maior do que 3mm e, portanto, ausência de vedamento labial passivo.

Foram considerados os seguintes critérios de exclusão:

1. Casos de hiperplasias gengivais ou passíveis de cirurgias reparadoras estéticas periodontais, lábio superior curto e coroas clínicas curtas menores que 8mm;
2. Indivíduos com doença periodontal ativa, histórico de paralisia facial ou labial ou ainda com indicação de extrações dentárias para realização de tratamento ortodôntico;

3. Pacientes que utilizavam medicamentos à base de bifosfonatos ou corticoides.

Figura 4.11- Participante com exposição do incisivo central superior em repouso maior que 5mm e exposição gengival ao sorrir maior que 3mm



Fonte: O autor.

Figura 4.12- Magnitude do excesso vertical da maxila com exposição da coroa clínica do incisivo central em repouso de 9mm e exposição gengival anterior ao sorrir de 5.8mm



Fonte: O autor.

4.3.1 Randomização e Alocação

Os 24 participantes foram alocados aleatoriamente em dois grupos independentes de 12 indivíduos cada por meio da função “=aleatório” do programa Microsoft Excel, versão 15.0 2013 (Jones, Chicago, EUA). Ambos os grupos foram tratados seguindo o mesmo protocolo de tratamento sendo que:

-Grupo 1 (Intervenção): 12 indivíduos foram submetidos aos procedimentos de micro-osteoperfurações.

- Grupo 2 (Controle): 12 indivíduos não realizaram as micro-osteoperfurações

4.3.2 Cegamento

O cegamento dos participantes e dos operadores não foi possível devido à natureza da intervenção ser cirúrgica, ou seja, tanto ortodontista (operador) quanto participantes da pesquisa possuíam total conhecimento em qual grupo estavam alocados.

Para evitar o viés de detecção, as análises dos dados foram realizadas por um terceiro pesquisador que foi cego quanto ao grupo a que foram alocados os sujeitos de pesquisa.

4.4 MATERIAL

Foram utilizados para cada sujeito da pesquisa os seguintes materiais:

- **Documentação ortodôntica:** composta por fotos intraorais e extraorais, radiografias panorâmicas e telerradiografias laterais, modelos de estudo. Esses são exames de rotina, imprescindíveis para diagnosticar os problemas ortodônticos bem como para planejar o tratamento necessário.
- **Tomografias computadorizadas de feixe cônico:** foram realizadas em dois tempos, antes da intervenção de intrusão dentária (T1) e após intrusão (T2). Os exames foram realizados no mesmo tomógrafo iCAT® Machine Tomography – Imaging Sciences International, Hatfield – Pennsylvania – USA.
- **Mini-Implantes:** 4 mini-implantes de aço inoxidável tamanho 8mmx1,5mm de diâmetro, perfil transmucoso de 1mm (DatSteel® - SBC, Brasil).
- **Chave de perfuração óssea:** uma chave de aço inoxidável de diâmetro 1,5mm (DatSteel® - SBC, Brasil).
- **Barra Transpalatina modificada:** confeccionada com fio de aço 0,9mm e botão lingual em acrílico (Laboratório Eustáquio - SP, Brasil).
- **Aparelho fixo ortodôntico:** bráquetes autoligáveis passíveis EasyClip+ Roth, tubos de colagem para os primeiros e segundos molares superiores e inferiores (Aditek® do Brasil LTDA - SP, Brasil).
- **Fios Ortodônticos:** fios de níquel-titânio (NiTi) tamanhos 0.016”; 0.014”x0.025”; 0.017”x0.025”; 0.019”x0.025”. Fios de aço inoxidável 0.019”x0.025” e 0.018” (Aditek® do Brasil LTDA - SP, Brasil).

- **Resinade colagem:** colagem dos bráquetes (Transbond® XT- 3M Unitek,CA, USA) e resina para fixação da Barra Traspalatina (Triad Gel® – Dentsplay Sirona, PA, USA).
- **Corrente elástica:** corrente elástica E-Chain mini cor cinza (TP Orthodontics®, IN, USA).

Material para análise das variáveis do estudo:

- **Estação de trabalho:** computador com processador Intel CORE i7, placa de vídeo GEFORCE RTX 2060, 16GB RAM.
- **Programa ImageJ:** National Institutes of Health and the Laboratory for Optical and Computational Instrumentation (LOCI), University of Wisconsin.
- **Programa ITK-SNAP:** versão 3.6.0 de 01 de abril de 2017 (www.itksnap.org) desenvolvido por Paul A. Yushkevich et all em 2011 (University of Pennsylvania).
- **Programa 3DSlicer:** versão 4.11.20210226 (www.slicer.org) desenvolvido por Jean-Christophe (Brigham and Women's Hospital).

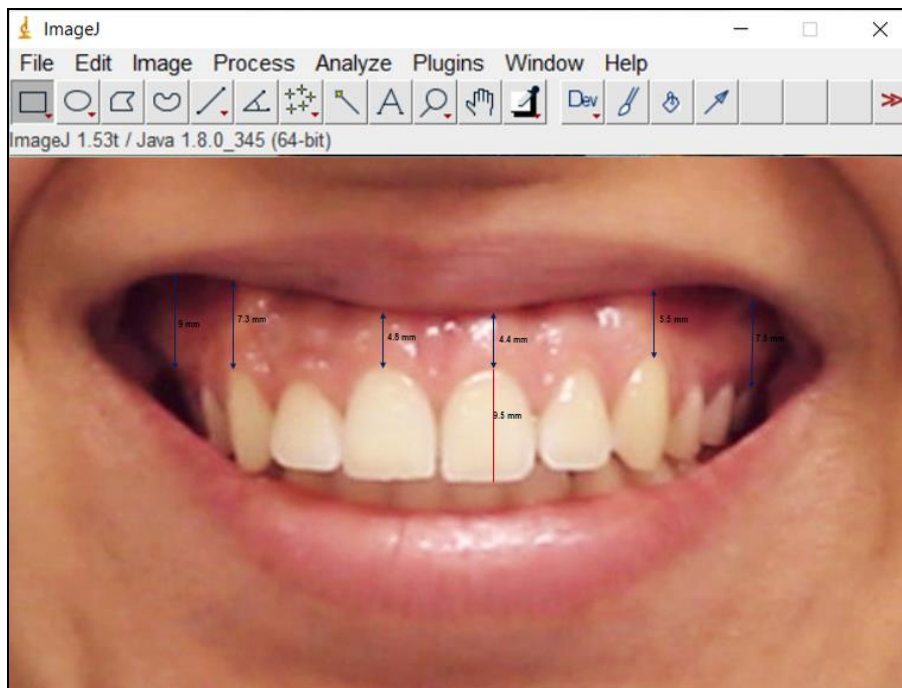
4.5 MÉTODOS

4.5.1 Videografia do sorriso

Avaliar o sorriso em dinâmica é de extrema importância para o diagnóstico devido às contrações musculares que ocorrem durante a fala e o sorriso espontâneo, que na maioria das vezes a fotografia não consegue capturar (Sarver et al., 2003; Desai et al., 2009; Sawyer et al., 2010; Drummond; Capelli, 2016). Sendo assim, a quantidade de exposição gengival foi avaliada por meio de filmagens utilizando uma Câmera Canon DSLR modelo 80D. Os vídeos foram gravados com a mesma distância focal e tomou-se o cuidado para que os indivíduos se mantivessem em posição natural da cabeça.

A filmagem do sorriso foi assistida quadro por quadro no *software* Windows Media Player (Microsoft Corporation® 2013 versão 12.0.19041.1288) e a imagem que melhor capturou o momento de máxima exposição gengival foi salva no formato jpeg. Utilizando o *software* ImageJ (National Institutes of Health and LOCI, University of Wisconsin) foi possível quantificar a exposição gengival anterior e posterior usando como pontos de referências a menor distância do lábio superior ao limite cervical gengival dos elementos dentários 11, 21, 13, 23, 16 e 26. A régua digital foi calibrada a partir da medida clínica conhecida da coroa do incisivo central superior (Figura 4.13).

Figura 4.13 - Avaliação da exposição gengival anterior e posterior ao sorrir



Fonte: O autor.

4.5.2 Tomografia Computadorizada Feixe Cônico (TCFC)

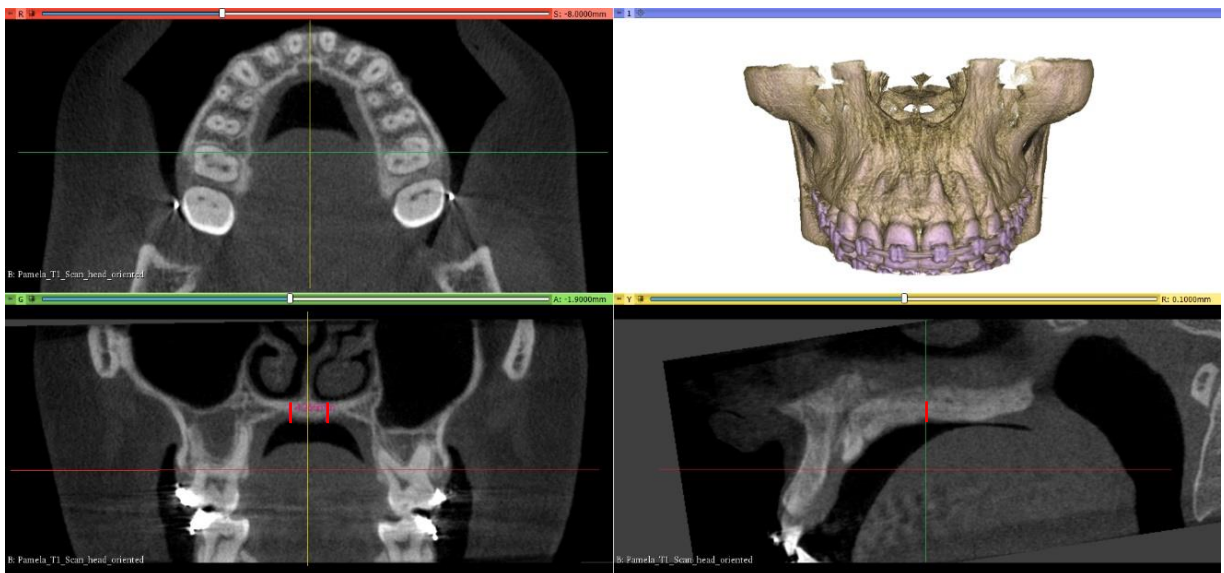
Os participantes da pesquisa realizaram os exames de tomografia computadorizada de feixe cônico da maxila antes de iniciar a mecânica de intrusão (T1) e imediatamente após o término da intrusão total da maxila (T2). O equipamento utilizado foi o iCAT[®] Machine Tomography (Imaging Sciences International, Hatfield – Pennsylvania – USA) seguindo os parâmetros de FOV 8x8cm com voxel de 0,2mm (Maret et al., 2012; Spin-Neto et al., 2013).

Os arquivos foram salvos no formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine).

As TCFC no presente estudo foram essenciais para o planejamento detalhado das instalações dos mini-implantes ortodônticos na região posterior do palato e interradiculares entre caninos e incisivos laterais superiores. Apesar da região paramediana do palato (zona T) proporcionar boa estabilidade dos mini-implantes,

em alguns casos, a espessura óssea nessa região de interesse (linha dos primeiros molares superiores (Figura 4.14) pode variar e a tomografia torna-se extremamente necessária para a inserção dos mini-implantes com segurança (Kang et al., 2007; Gracco et al., 2008; Moon et al., 2010; Motoyoshi et al., 2010; Ryu et al., 2012; Yang et al., 2015; Cho et al., 2016; Wilmes et al., 2016; Suteerapongpun et al., 2018; Uesugi et al., 2018).

Figura 4.14 - Utilização do *software* ITK-SNAP para avaliação da espessura óssea na região posterior do palato e anterior entre as raízes para instalação dos mini-implantes



Fonte: O autor.

Para avaliar a quantidade de intrusão que ocorreu decorrente da movimentação intrusiva as tomografias T1 e T2 foram comparadas e interpretadas por meio da sobreposição pelo método *voxel-based*, utilizando os programas de imagens de código aberto ITK-SNAP e 3DSlicer (Cevidanes et al, 2005; Cevidanes et al., 2009). Essa técnica de sobreposição das tomografias computadorizadas será detalhada no capítulo **4.5.5 Sobreposição 3D da maxila pelo método *voxel-based***.

4.5.3 Protocolo de Tratamento

1) Foram instalados aparelhos autoligados passivos nos arcos superior e inferior, com tubos colados até segundo molares superiores e inferiores. Sequência de fios para alinhamento e nivelamento:

-0.016”(NiTi) - 0.014”x0.025”(NiTi) - 0.017”x0.025”(NiTi) - 0.019”x0.025”(NiTi) - 0.019”x0.025” (Aço inoxidável).

A mecânica de intrusão começou após alinhamento e nivelamento da arcada superior, sendo necessária evolução até o fio 0.019” x 0.025”, de aço inoxidável, para que durante todo o processo de intrusão se tenha controle de torque dos dentes envolvidos.

2) Instalação de 2 Mini-Implantes de aço inoxidável tamanho 8mm de comprimento, 1,5mm de diâmetro e perfil transmucoso de 1mm, entre as raízes dos elementos dentários 12-13 e 22-23. Esses mini-implantes foram posicionados a 8mm da crista óssea alveolar e com angulação entre 60° a 80° (Figura 4.15).

Figura 4.15 - Anestesia local. Instalação dos mini-implantes na região anterior entre os dentes caninos e incisivos laterais



Fonte: O autor.

3) Instalação de 2 mini-implantes de aço inoxidável tamanho 8mm comprimento, 1,5mm de diâmetro e perfil transmucoso de 1mm, bilateralmente à região paramediana do palato e rente à sutura palatina, com inclinação perpendicular ao plano palatino (Figura 4.16).

Figura 4.16 - Anestesia local. Instalação dos mini-implantes na região paramediana do palato, na mesma linha dos primeiros molares



Fonte: O autor.

4) Barra Transpalatina modificada confeccionada com fio de aço 0,9mm, recobrimo a oclusal dos segundos molares superiores até os primeiros pré-molares superiores, com gancho por palatino de ambos os lados. A barra precisa ficar afastada do palato o suficiente para que se tenha espaço para a intrusão (Figura 4.17).

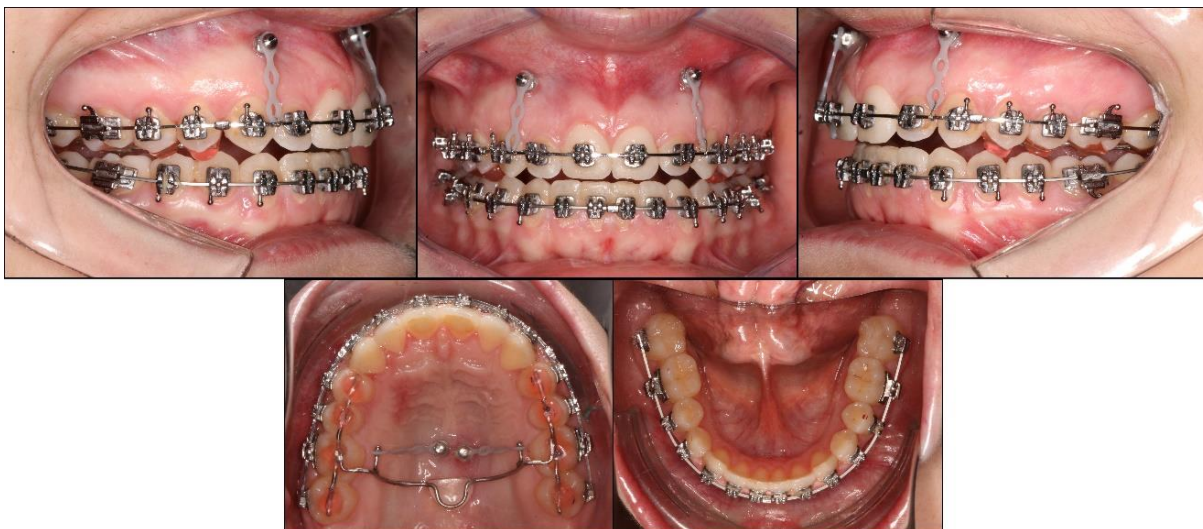
Figura 4.17 - Barra transpalatina modificada



Fonte: O autor.

A barra transpalatina foi cimentada por oclusal utilizando resina Triad Gel[®], mantendo contato oclusal em todos os dentes posteriores (Figura 4.18).

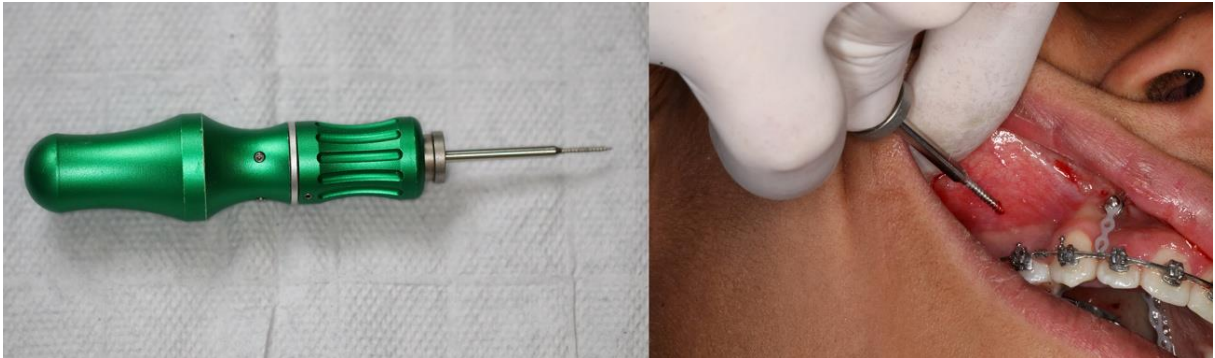
Figura 4.18 - Mecânica ortodôntica utilizada para correção do sorriso gengival utilizando mini-implantes e barra transpalatina modificada para movimento de intrusão total da maxila



Fonte: O autor.

5) Micro-osteoperfurações: nos indivíduos do grupo intervenção as micro-osteoperfurações foram realizadas entre cada raiz próximo ao ápice, sob efeito de anestesia local (2% lidocaína 1:100,000 + epinefrina 0,005mg/ml) com uma chave de perfuração óssea de 1,5mm de diâmetro, rompendo a cortical vestibular e penetrando entre 3 e 5mm o osso medular (Figura 4.19). Para que não ocorresse instabilidade nos mini-implantes de ancoragem esquelética instalados entre canino e incisivo lateral, nessa região não foram feitas as micro-osteoperfurações. As micro-osteoperfurações foram repetidas a cada 28 dias (Alikhani et al., 2013; Aksakalli et al., 2017), até o término do processo de intrusão total da maxila ou assim que completou 12 meses de intervenção.

Figura 4.19 -Chave autoperfurante para micro-osteoperfurações



Fonte: O autor.

6) Força de intrusão: foi aplicado 250g de força posterior utilizando elastômero corrente do gancho da barra transpalatina até o mini-implante do palato e aplicação de força anterior de 60g entre os elementos 12-13 e 22-13 do fio 0,019"x0,025" de aço inoxidável até o mini-implante anterior (Figura 4.20).

Figura 4.20- Utilização de dinamômetro para medir as forças aplicadas



Fonte: O autor.

As ativações das forças de intrusão foram realizadas mensalmente até que a exposição do incisivo central superior em repouso atingisse a norma clínica de 1 a 3 mm (Peck et al., 1992a; Sarver, 2006) ou até completar 12 meses de intervenção. Após remoção da barra transpalatina e dos mini-implantes foi solicitado uma

documentação ortodôntica completa, incluindo as TCFC Pós-Intrusão (T2) utilizadas deste estudo, para novo planejamento e continuidade do tratamento ortodôntico.

Figura 4.21 - Fotos extraorais mostrando a posição dos incisivos centrais superiores em repouso e a exposição gengival Pós-Intrusão



Fonte: O autor.

Figura 4.22 - Fotos intraorais realizadas imediatamente após a remoção da barra transpalatina e remoção dos mini-implantes



Fonte: O autor.

4.5.4 Questionário de Dor

Para avaliar a dor e o desconforto durante o tratamento de intrusão total da maxila com e sem as micro-osteoperfurações foi aplicado mensalmente um questionário que quantifica a dor por meio de uma escala visual analógica (VAS), bastante utilizada na literatura (Scheurer et al., 1996; Bergius et al., 2000). Utilizou-se para a resposta um questionário composto por 10 perguntas com pontuação de 0 a 10 (APÊNDICE A). A maior pontuação indicou maior dor e desconforto. Os resultados foram avaliados nos períodos de 24 horas, 7 dias e 28 dias em 3 momentos diferentes do tratamento: 1) início-intrusão, 2) durante intrusão e 3) final-intrusão.

4.5.5 Sobreposição 3D da Maxila pelo Método *Voxel-Based*

O método de sobreposição de modelos 3D a partir de tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC) é uma ferramenta eficaz para estudar os resultados do tratamento, pois fornece medições reais sem distorções, permitindo comparação com exatidão e precisão. As distâncias entre as superfícies do modelo 3D de diferentes pontos no tempo podem ser usados para quantificar valores e direção das mudanças; também é possível avaliação de alterações de contorno e forma, muitas vezes limitadas na cefalometria 2D (Ruellas et al., 2016; Ponce-Garcia et al., 2018).

Com o objetivo de avaliar tridimensionalmente com precisão mudanças de posição, inclinação dentária e possíveis alterações radiculares foram realizados longos e rigorosos processos técnicos descritos nas seguintes etapas:

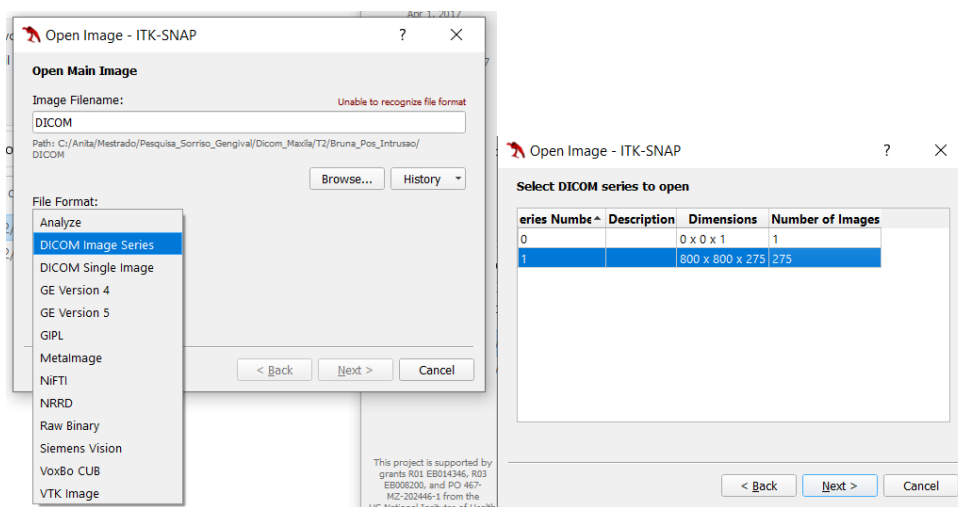
4.5.5.1 Compactação dos arquivos de imagem tomográficas

A sequência de arquivos no formato DICOM de cada TCFC (T1 e T2) foram convertidos para o formato NIFTI (Neuroimaging Informatics Technology Initiative). Os arquivos compactados são mais leves o que permite melhor desempenho dos programas de imagem durante todo o trabalho, sem perder qualidade e definição. Todas as tomografias utilizadas neste estudo foram convertidas.

Seguir os passos:

- Carregar arquivo DICOM no programa ITK-SNAP: selecionar a opção abrir DICOM em series (Figura 4.23).

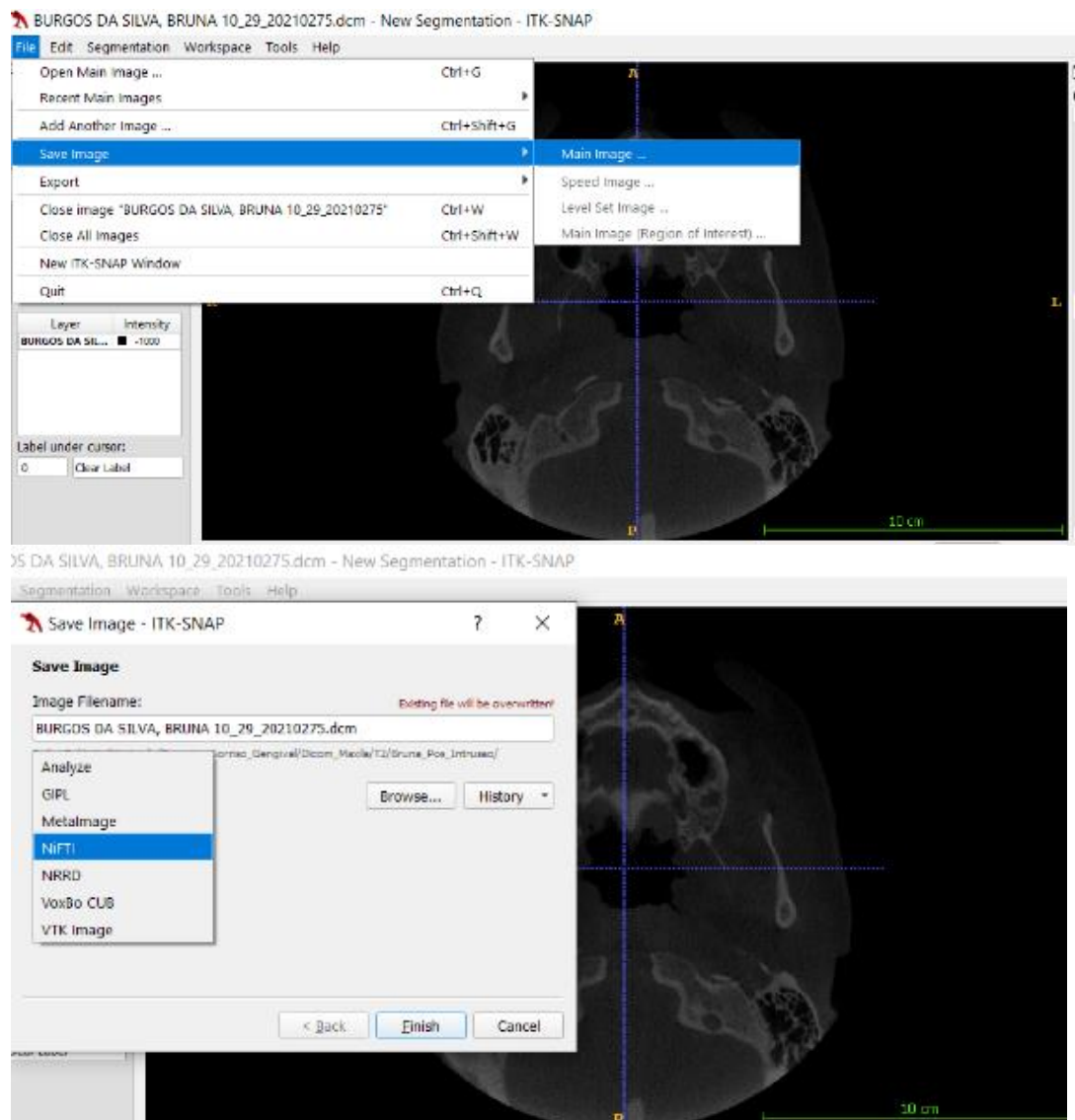
Figura 4.23 - Abrindo arquivo DICOM no programa IKT-SNAP



Fonte: O autor.

- Transformar os arquivos DICOM para o formato compactado NiFTI utilizando o software ITK-SNAP: *File* → *save image* → *main image* → renomear arquivo (ex: nome_T1_compactado.nii.gz) → *file Format: NiFTI* → *Finish* (Figura 4.24).

Figura 4.24 - Transformação dos arquivos DICOM em NiFTI



Fonte: O autor.

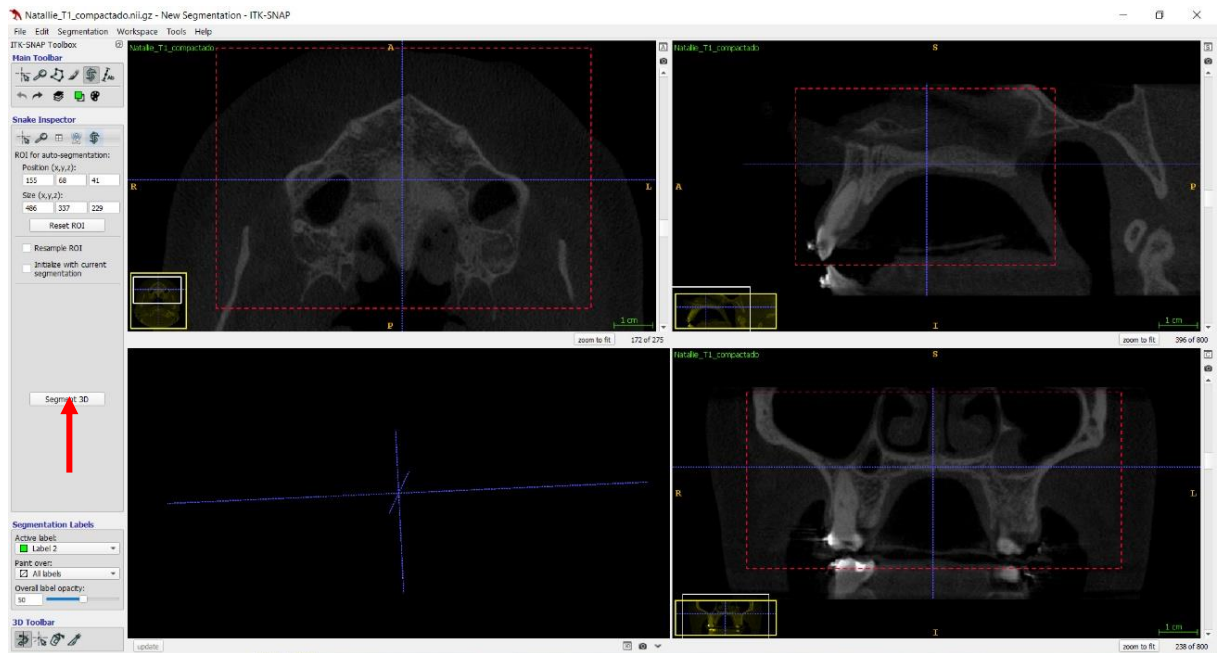
4.5.5.2 Segmentação

A segmentação é o processo de definição das estruturas ósseas escolhidas, neste estudo foi considerado toda extensão da maxila, nos planos axial, coronal e sagital, delineando as estruturas por camadas denominadas por *labelmaps*. O processo de segmentação é uma das etapas mais complexas e demoradas, apesar dessa etapa ser semiautomática utilizando o *software* ITK-SNAP, o programa calcula como base a intensidade e os limites de tons de cinza das imagens tomográficas (valores da escala Hounsfield), reconhecendo com facilidade corticais ósseas, porém regiões de trabeculado ósseo menos denso, como a região posterior da maxila, é preciso refinamento manual dessas regiões onde o *software* não conseguiu identificar a estrutura óssea ou até mesmo remover estruturas que não são de interesse. A segmentação de cada dente da maxila é um processo ainda mais trabalhoso pois requer mais controle manual dos parâmetros de intensidade e limitação das estruturas.

Seguir os passos:

- No ITK-SNAP abrir arquivo compactado T1 e utilizando a ferramenta “*Snake (Active Contour Segmentation Mode)*” delimitar a região da maxila de interesse em segmentar e clicar em Segmentação 3D (Figura 4.25).

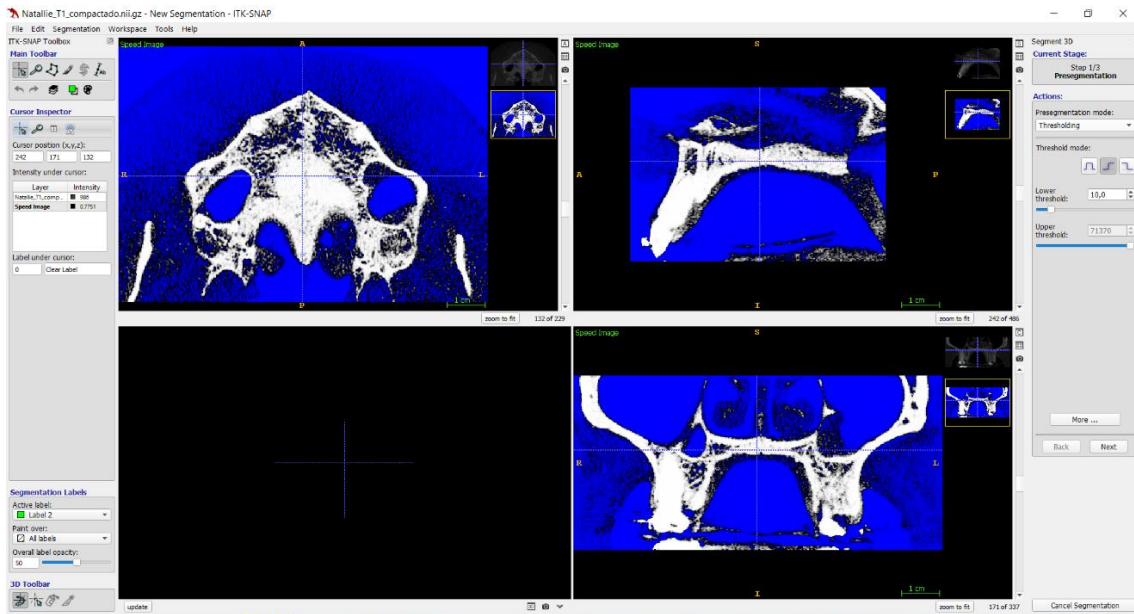
Figura 4.25 - Ferramenta Snake no ITK-SNAP para segmentação



Fonte: O autor.

- Utilizando o modo ferramenta “*Thresholding*”, é possível ajustar a quantidade de estrutura óssea de interesse com menor ruído possível de tecidos moles, esse processo é feito de forma individualizada para cada tomografia (Figura 4.26).

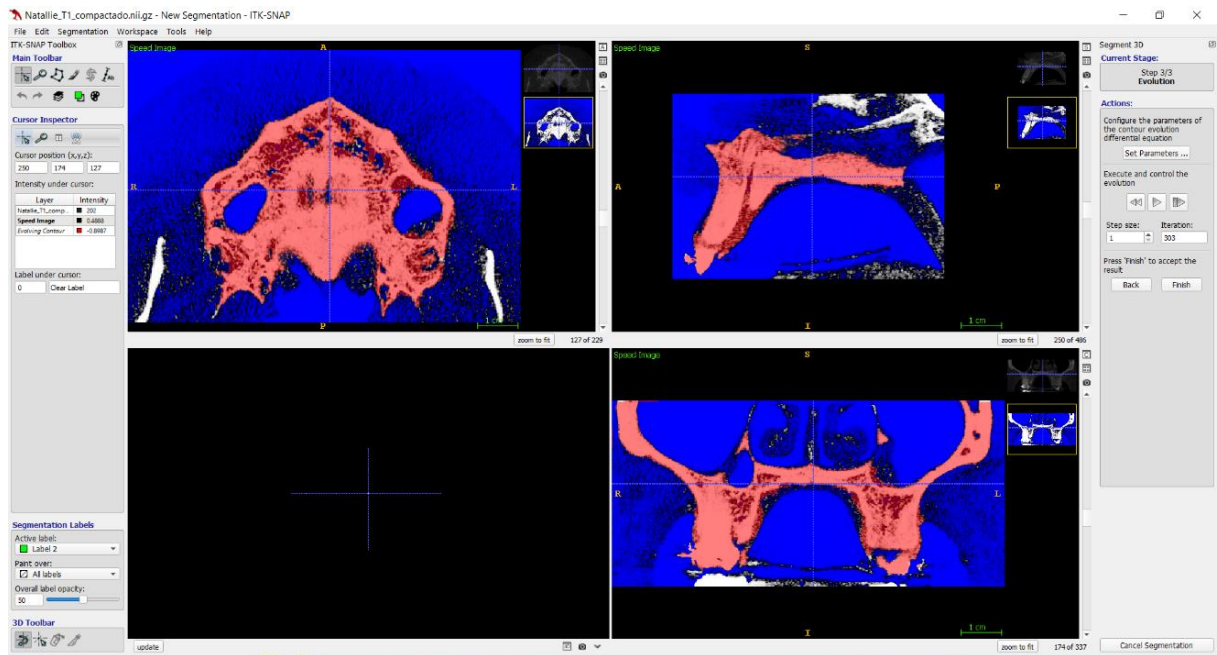
Figura 4.26 - Pré segmentação automática, ajuste no *Thresholding*



Fonte: O autor.

- Na sequência com o modo “*add bubble at cursor*” toda região de interesse foi identificada, por meio do cálculo de intensidade dos tons de cinza. Essa etapa é demorada e quanto melhor for as configurações do computador mais rápida a segmentação será realizada (Figura 4.27).

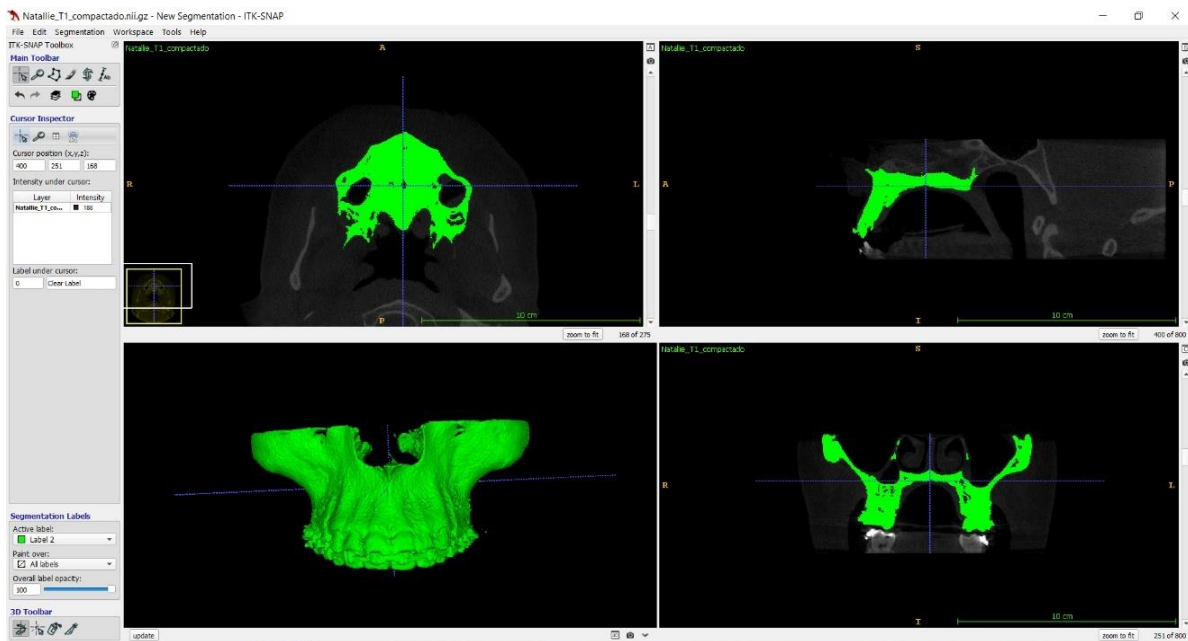
Figura 4.27 - Ferramenta adicionar *bubble* programa ITK-SNAP



Fonte: O autor.

- Após finalizada a segmentação da maxila foi possível visualizar na janela 3D a construção volumétrica dessa maxila, representada pela camada (*labelmap*) da cor verde. Qualquer outra estrutura, como por exemplo os dentes, podem ser segmentados um por um, em camadas adicionais representadas por cores diferentes. Esse arquivo deve ser salvo de maneira organizada como por exemplo: nome_seg_T1, pois é com ele que será confeccionado o modelo de superfície 3D (Figura 4.28).

Figura 4.28 - Construção volumétrica da maxila. Vistas axial, sagital e coronal



Fonte: O autor.

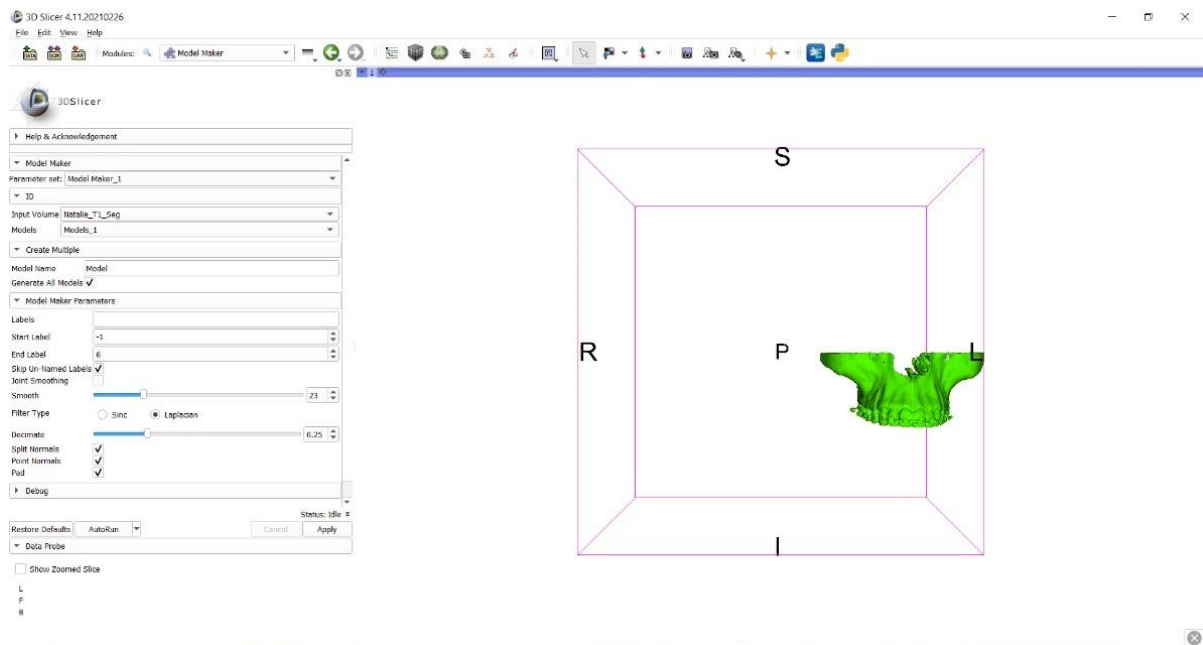
Apenas as tomografias T1 foram segmentadas até esse momento. A segmentação serviu a dois propósitos: **1)** definir a região anatômica de interesse para o *software* analisar ao realizar o registro de voxels correspondente na tomografia T2, e **2)** para construir modelos de malha de superfícies 3D (arquivo.stl) para medições quantitativas usando o programa 3DSlicer.

4.5.5.3 Construção de Modelos de Superfície 3D

Os modelos de superfícies 3D foram gerados a partir da segmentação para todas as T1, seguindo os seguintes passos:

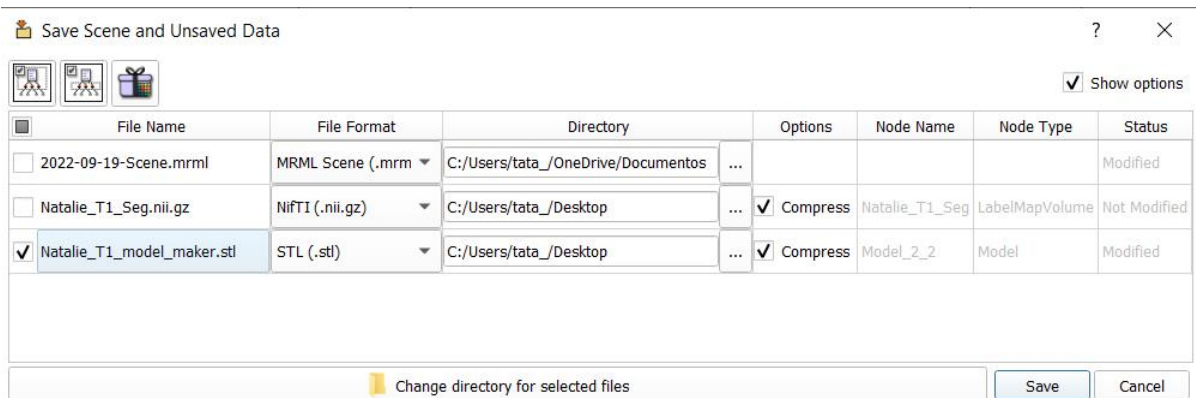
- Abrir o arquivo da segmentação (nome_seg_T1.nii.gz) no programa 3DSlicer com as seguintes configurações ativadas → *volume* → *labelmaps*.
- No menu principal usar a ferramenta *Model Maker* (atalho: surface models → model maker).
- Ajustar os parâmetros da seguinte maneira: *Input* (arquivo seg_T1), *Model* (create a new model as: nomear novo arquivo como nome_T1_model_maker), **start label (-1)**, **end label (6)**, ativar *Laplacian* → *apply* para confecção do modelo de superfície 3D (Figuras 4.29 e 4.30).

Figura 4.29 - Modelo de superfície tridimensional (3D) programa 3DSlicer



Fonte: O autor.

Figura 4.30- Arquivo do modelo de superfície 3D salvo em formato .stl



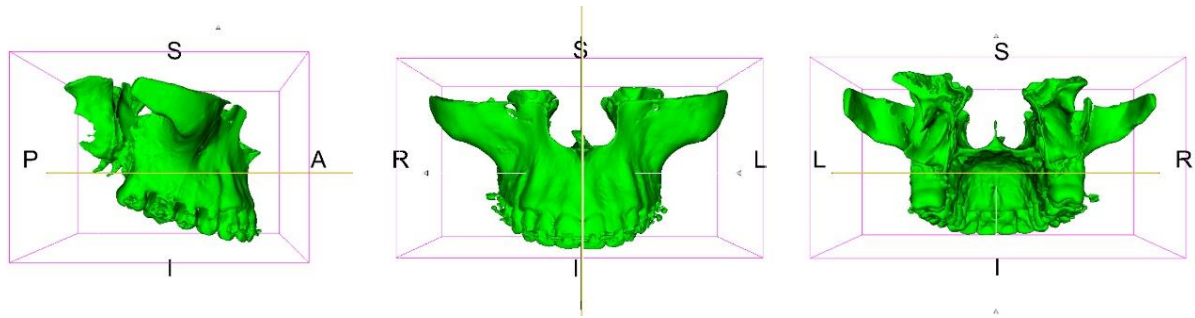
Fonte: O autor.

A partir da segmentação da maxila em T1 foram gerados os respectivos modelos 3D que precisam ser reposicionados de forma padronizada dentro da caixa de orientação. Na Figura 4.29 é possível observar o deslocamento do modelo da maxila para a direita da caixa.

4.5.5.4 Orientação de Cabeça

Todos os modelos de superfícies 3D pre-intrusão (T1) confeccionados na etapa anterior (*Model Maker*) foram orientados utilizando a ferramenta “*Transforms*” no programa 3DSlicer. Como padronização do estudo os modelos 3D T1 foram orientados utilizando os seguintes pontos de referência: espinha nasal anterior e posterior centralizados no plano sagital e coronal; e paralelos ao plano axial (Figura 4.31).

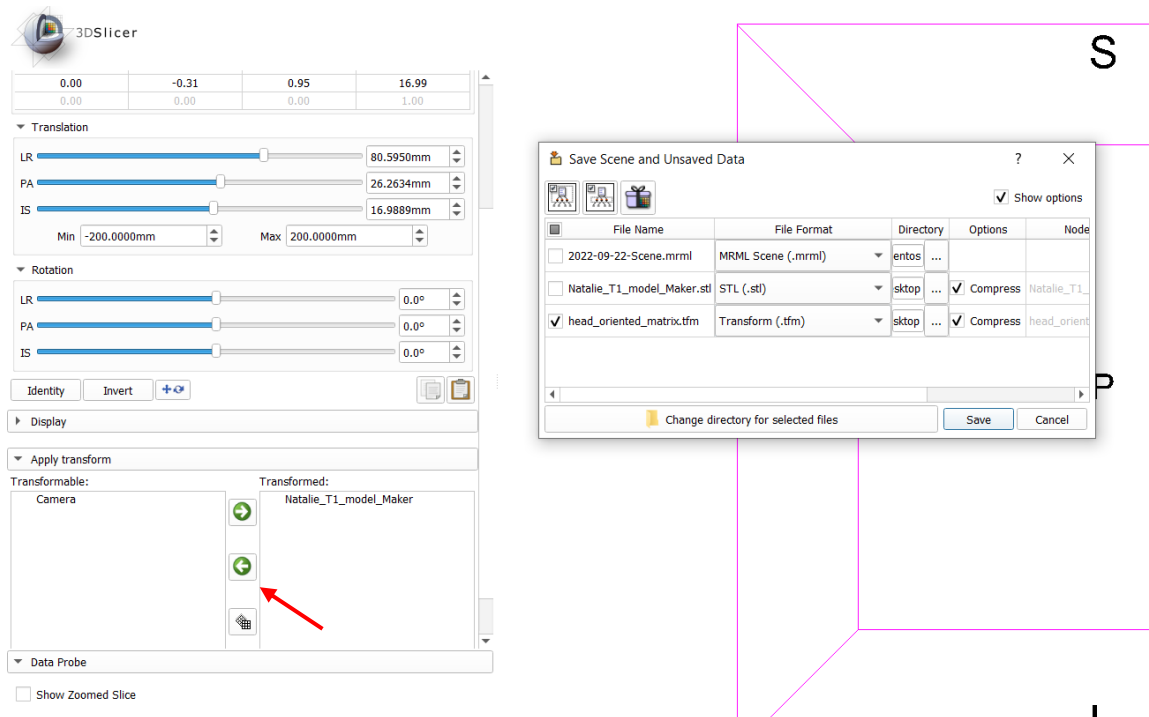
Figura 4.31 - Orientação do modelo de superfície



Fonte: O Autor.

- Ferramenta *Transforms* → *Active Transforms* → *created new transform as*: nomear como *head_oriented*.
- Em “*apply transform*” passar o modelo da janela “*transformable*” para a janela “*transformed*” (importante etapa antes de mudar a posição do modelo nos três planos, caso contrário as alterações não serão registradas).
- Em “*rotation e translation*” posicionar o modelo no local correto → “*Harden transform*” para registrar as alterações.
- Salvar arquivo como *head_oriented_matrix* no formato *.tfm* (Figura 4.32).

Figura 4.32 - Matriz do modelo posicionado (orientação de cabeça)



Fonte: O autor.

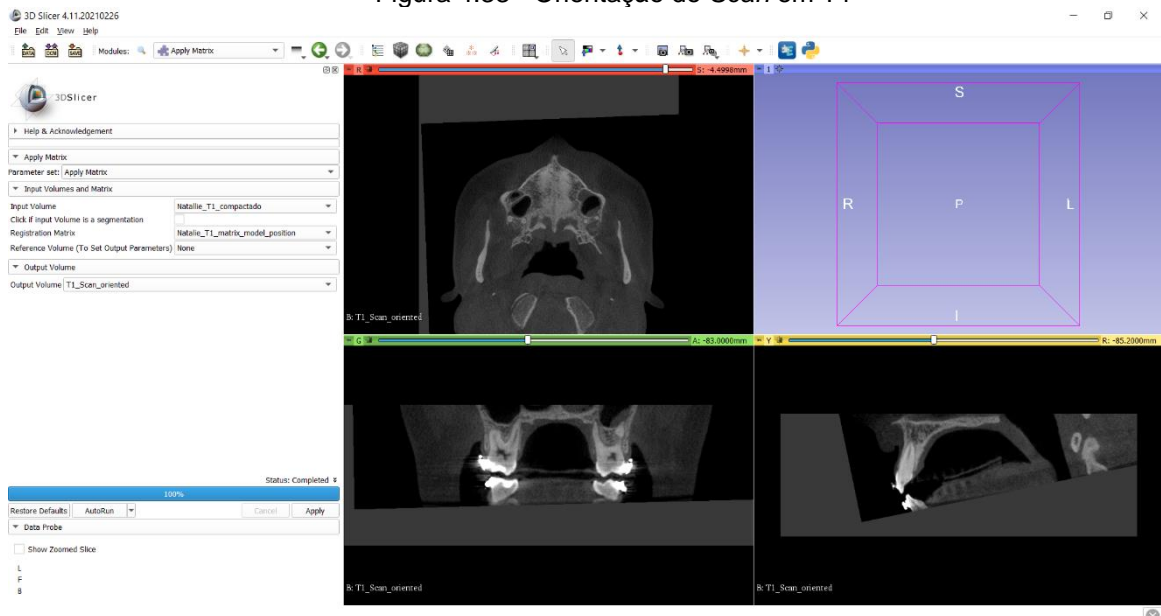
Essa matriz gerada (arquivo no formato .tfm) é o registro de onde essa maxila deve estar posicionada e será aplicada para orientar tanto a imagem tomográfica T1 (*Scan*) quanto a sua segmentação. Dessa forma o modelo 3D, a segmentação e o *Scan* estarão exatamente na mesma posição de orientação de cabeça.

4.5.5.5 Orientação do Scan (imagem tomográfica)

A matriz foi aplicada na tomografia T1 seguindo as etapas:

- No programa 3DSlicer carregar os arquivos T1 e a matriz (head_oriented_matrix.tfm).
- Ferramenta *Registration* → *CMF Registration* → *Apply Matrix* → *Input volume*: nome_compactado.nii.gz (T1), *Registration Matrix*: head_oriented_matrix.tfm, *Output volume*: created a new volume as (nomear como T1_Scan_oriented).

Figura 4.33 - Orientação do Scan em T1



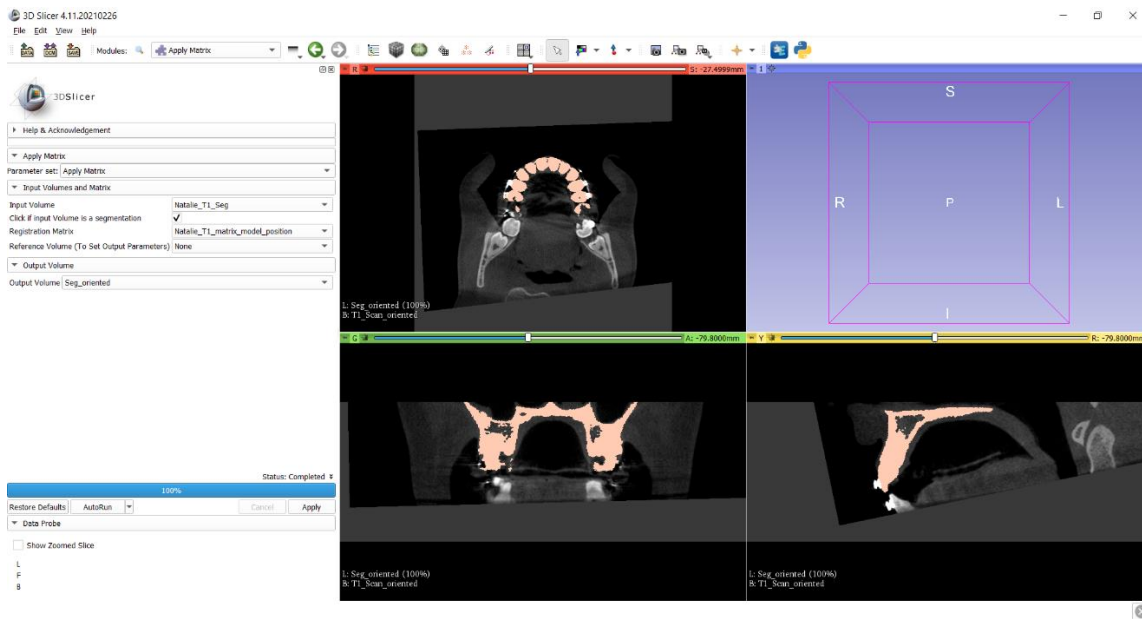
Fonte: O autor.

4.5.5.6 Orientação da Segmentação

A matriz foi aplicada na segmentação seguindo as etapas:

- No programa 3DSlicer carregar os arquivos da segmentação (nome_Seg_T1) e a matriz (head_oriented_matrix.tfm).
- Ferramenta *Registration* → *CMF Registration* → *Apply Matrix* → *Input volume:* nome_Seg_T1.nii.gz → click if input is a segmentation → *Registration Matrix:* head_oriented_matrix.tfm, *Output volume:* created a new LabelMap as (nomear como T1_Seg_oriented).

Figura 4.34 - Orientação da segmentação em T1



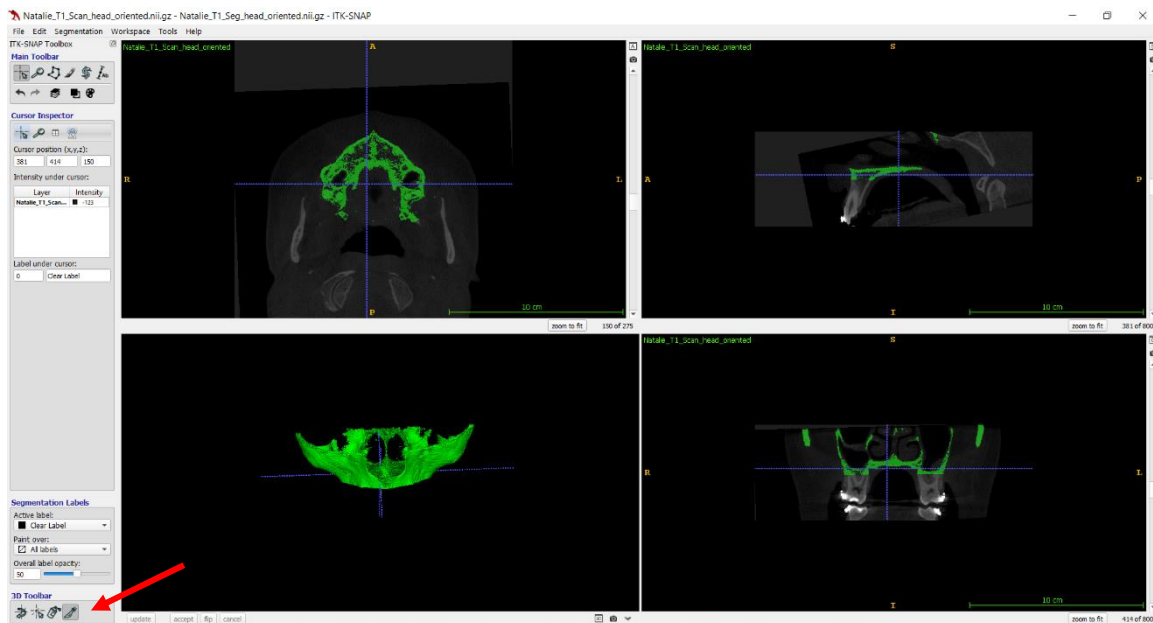
Fonte: O autor.

4.5.5.7 Confeção da Máscara

Máscara (*Mask*) é o método que utiliza a segmentação de estruturas anatômicas estáveis como máscara para região de referência, indicando ao *software* em quais áreas ele deve procurar os voxels correspondentes para atingir o registro. Como a região dos dentes e do osso alveolar sofrem modificações decorrentes ao tratamento de intrusão dentária utilizamos como máscara apenas a porção da maxila que corresponde ao arco zigomático, palato e as estruturas acima. Para confecção da Máscara deve-se seguir os seguintes passos:

- Programa ITK-SNAP → carregar o arquivo da tomografia que foi orientada (T1_Scan_oriented) e a segmentação também orientada (T1_Seg_oriented).
- Utilizando a ferramenta *Scalpel* recortar região de dentes e osso alveolar.
- Salvar arquivo como Seg_Mask.nii.gz.

Figura 4.35 - Confeção da Máscara programa ITK-SNAP



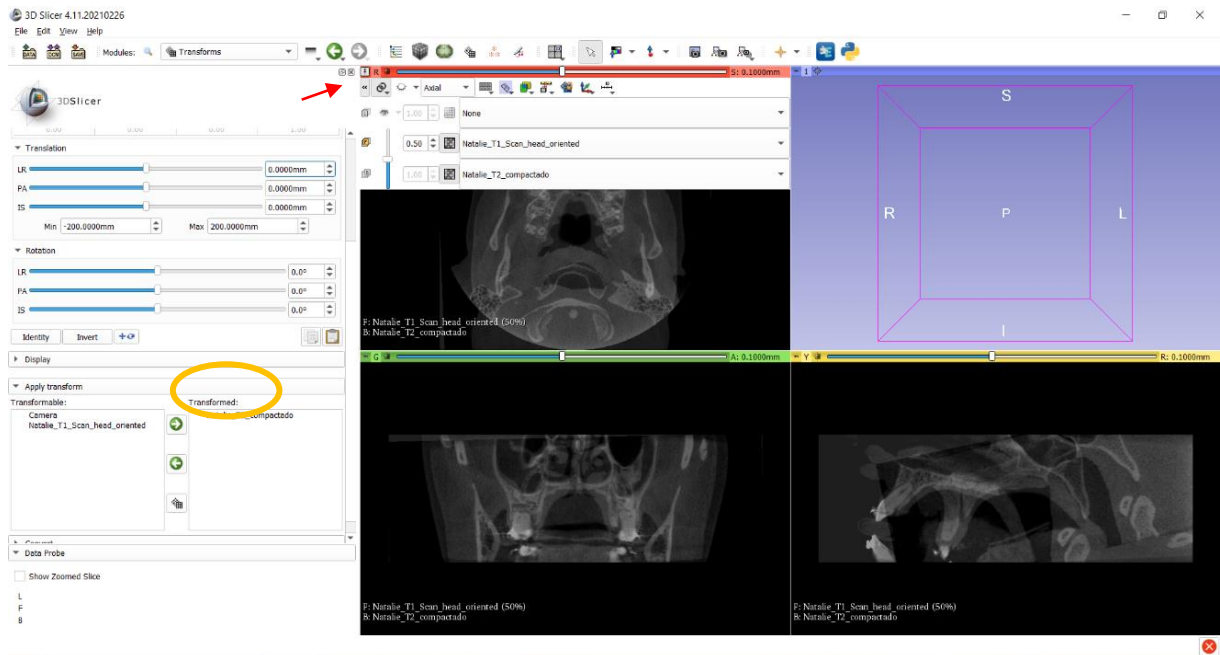
Fonte: O autor.

4.5.5.8 Aproximação Manual de T1 e T2

Com o objetivo de facilitar o *software* a processar o registro automático de sobreposição das imagens tomográficas é necessário posicionar manualmente o *Scan T2* o mais sobreposto possível do *Scan T1* que está orientado. Como utilizado anteriormente no módulo *Transform* modificar o *Scan T2* nos três planos do espaço sagital, axial e coronal. Executar os seguintes passos para a aproximação manual (Figura 4.36):

- Utilizando o *software* 3DSlicer, carregar as imagens T1 orientada (T1_Scan_oriented) e T2.
- Na barra de ferramenta de cada quadrante (vistas axial, coronal e sagital) selecionar as imagens que serão sobrepostas manualmente, e deve-se fechar o ícone *cadeado* para que os três planos se movimentem simultaneamente. Diminuir a transparência de uma das tomografias para melhor visualização durante a modificação do scan T2.
- Módulo *Transforms* → em *Apply transform* não esquecer de transferir o scan T2 (que é o arquivo que precisa ser modificado) para a janela *Transformed*: → utilizar os parâmetros *translation* e *rotation* até que o scan T2 se enquadre perfeitamente no scan T1 orientado.
- Finalizar aplicando *Harden Transform*. Salvar o arquivo gerado como *matrix_aproximado.tfm*, esse arquivo contém o posicionamento espacial aproximado do scan T2.

Figura 4.36 - Aproximação manual T1 e T2.



Fonte: o Autor.

Durante a etapa de aproximação manual a imagem T2 não está modificada em seu arquivo original, para que de fato se tenha o arquivo modificado permanentemente na posição aproximada de T1, a matriz (matrix_aproximada) contendo a informação de posição de T2 será aplicada utilizando o método já descrito no item 4.5.5.5 Orientação do Scan, utilizando a ferramenta *Registration* → *CMF Registration* → *Apply Matrix* → *Input volume*: nome_T2_compactado.nii.gz, *Registration Matrix*: matrix_aproximado.tfm, *Output volume*: created a new volume as (nomear como T2_Scan_aproximado).

- Carregar esse novo arquivo T2 aproximado (T2_Scan_aproximado) no programa ITK-SNAP e aplicar o método descrito no item 4.5.5.2. Segmentação, ou seja, obter a segmentação da T2 que acabamos de posicionar aproximadamente de forma manual.

4.5.5.9 Registro *Voxel-Based* da Maxila

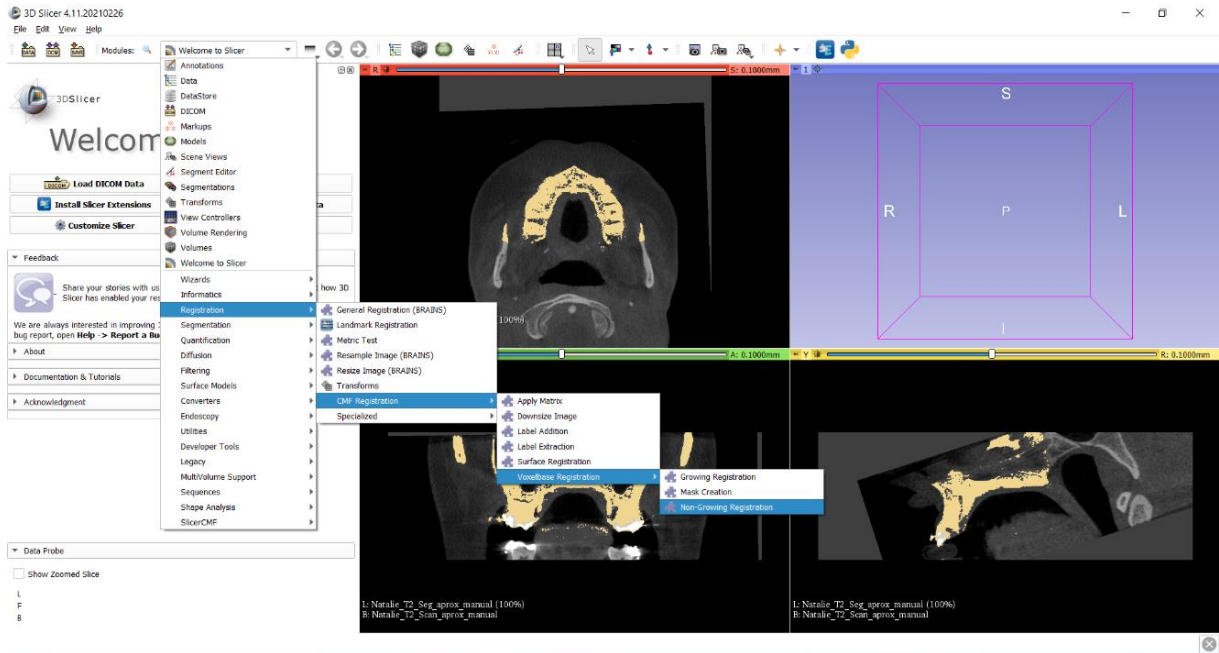
Para finalmente iniciarmos o Registro *Voxel-Based* da Maxila, segue a lista de arquivos gerados até agora necessários para essa etapa:

- 1) T1_scan_oriented
- 2) T1_seg_oriented
- 3) T1_seg_Mask
- 4) T2_scan_aproximado
- 5) T2_seg_aproximado

O registro *voxel-based* é realizado usando o *software* 3DSlicer. Esse método utiliza a segmentação de estruturas anatômicas estáveis como máscara para região de referência, indicando ao *software* em quais áreas ele deve procurar os voxels correspondentes para alcançar o registro. Seguir os seguintes passos:

- Abrir o programa 3DSlicer e carregar os 5 arquivos listados (T1 orientado, T1 segmentação, T1 máscara, T2 aproximado e T2 segmentação).
- Ferramenta *CMF Registration* → *voxel-base registration* → *Non-growing Registration* (Figura 4.37).

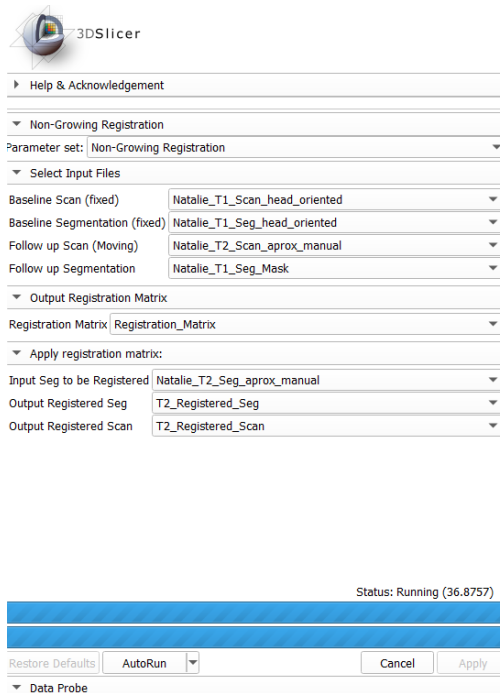
Figura 4.37- Registro *voxel-based* da maxila



Fonte: O autor.

- Configurar os parâmetros seguindo a Figura 4.38 → *Apply*

Figura 4.38 - Configurações dos parâmetros para o registro regional da maxila



Fonte: O autor.

Se cada etapa tenha evoluído corretamente até aqui, o processamento de registro pelos voxels pode demorar em torno de 3 minutos para cada paciente, qualquer erro em uma das etapas, inviabilizará o cálculo feito pelo *software*, sendo que a configuração do computador pode interferir no tempo de processamento. Dois novos arquivos foram gerados a partir do Registro *Voxel-Based* da Maxila: T2_Scan_Registrado e T2_Seg_Registrado. Utilizando a ferramenta *Model Maker*, o modelo 3D de superfície T2 foi gerado a partir do arquivo da segmentação T2_Seg_Registrado (item 4.5.5.3. Construção de Modelos Superfície 3D).

Os modelos tridimensionais dos diferentes tempos Pré-Intrusão e Pós-Intrusão foram sobrepostos, dessa forma foi possível quantificar, a partir de pontos de referência, as mudanças ocorridas nos três planos do espaço (Figura 4.39).

Figura 4.39 - Sobreposição dos modelos de superfícies 3D Pré-Intrusão e Pós-Intrusão



Fonte: O autor.

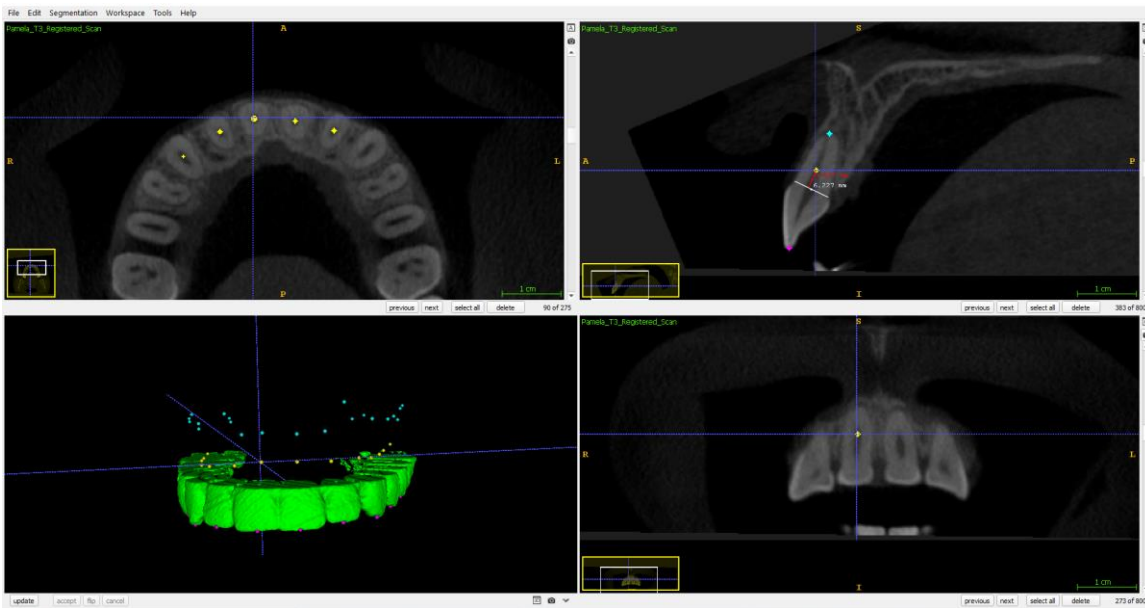
4.5.5.10 Construção dos Pontos de Referência

Após a sobreposição das maxilas pelo método *voxel-based* o próximo passo constitui na localização dos pontos de referências em T1 e T2 que serão usados para as mensurações. Esses pontos também chamados de *landmarks* são confeccionados em novas camadas de *labelmaps* com cores diferentes, e gerados modelos de superfícies 3D para cada ponto. Os pontos de referência para este estudo foram:

- 1) Centro de resistência (CR): *labelmap* amarela
- 2) Ponta de cúspides: *labelmap* rosa
- 3) Ponta de ápices radiculares: *labelmap* azul

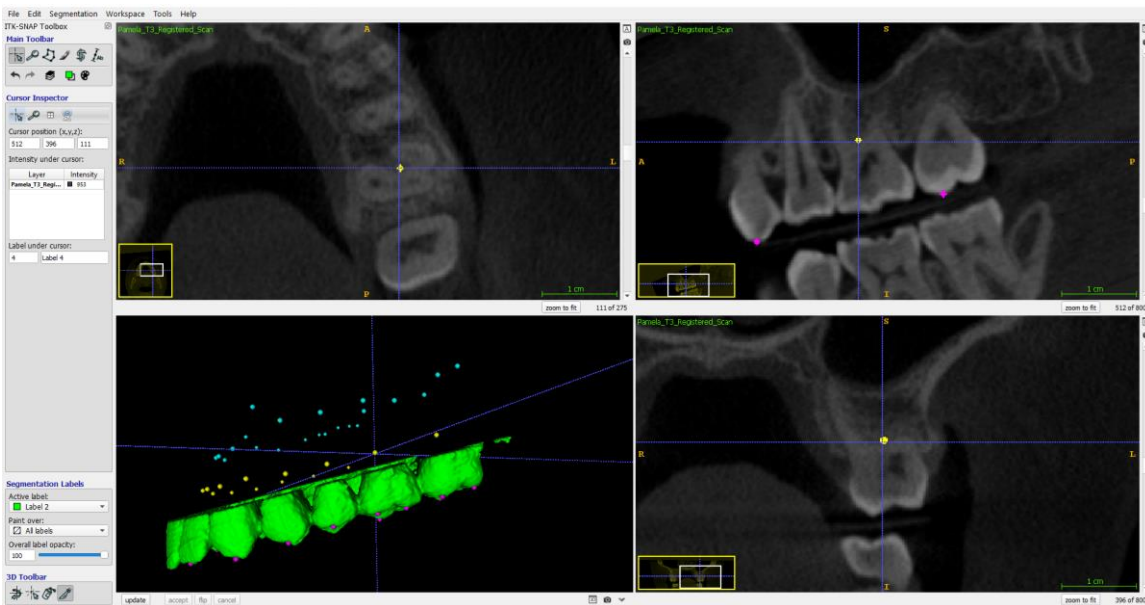
Está bem estabelecido na literatura que o centro de resistência é um ponto no eixo longitudinal do dente que é independente de qualquer mudança de inclinação; isso faz com que seja o ponto de referência ideal para avaliar se a verdadeira intrusão foi alcançada. A inclinação dentária pode dar a falsa impressão clínica de intrusão porque afeta a posição vertical da borda incisal (Ng et al., 2005; Ng et al., 2006; Gandhi et al., 2021). Dessa forma para este estudo foi determinado um ponto centralizado à 3mm da junção amelocementaria para os dentes anteriores e pré-molares, e a região de furca para os molares, ou seja, são pontos fixos independentes de alterações na morfologia radicular decorrentes do tratamento ortodôntico (Figuras 4.40 e 4.41).

Figura 4.40 - Localização dos pontos de referência ponta de cúspide, CR e ponta de ápice radicular dos dentes anteriores



Fonte: O autor.

Figura 4.41 - Localização dos pontos de referência ponta de cúspide, CR e ponta de ápice radicular dos dentes posteriores

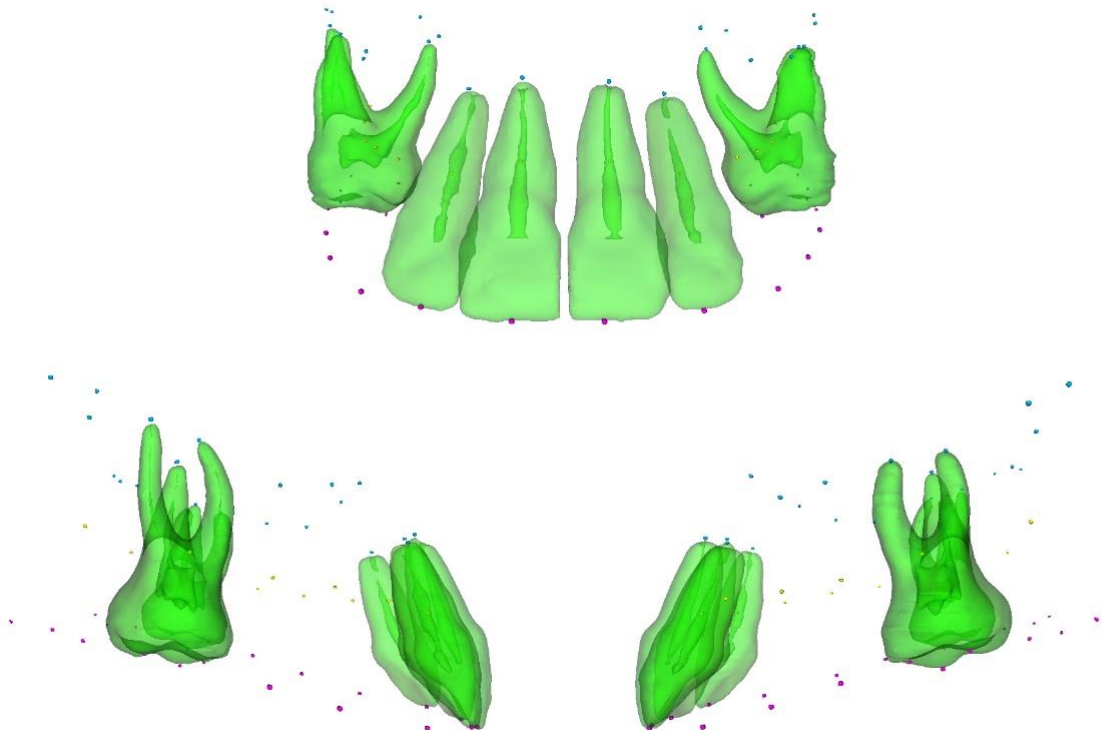


Fonte: O autor.

Para a confecção das *landmarks* dos pontos de referência seguir as seguintes etapas:

- Carregar o scan no programa ITK-Snap → ferramenta *Paintbrush* → ativar o *brush* redondo, tamanho 5 e 3D → escolher a cor da *labelmap* → marcar todas as pontas de cúspides, pontas de ápices e CR.
- Utilizar a ferramenta *Imagem Annotation* → *line and ruler* para medir a localização do CR.
- Nomear e salvar arquivo como T1_seg_landmarks e T2_seg_landmarks.
- Carregar esse arquivo no 3DSlicer e utilizando a ferramenta *Model Maker* gerar os modelos de superfícies 3D dos pontos de referência.

Figura 4.42 - Imagem ilustrando os modelos de superfícies 3D dos pontos de referência utilizados no estudo



Fonte: O autor.

4.5.6 Mensurações e coleta dos dados

No programa 3DSlicer a ferramenta *Q3DC (Quantitative 3D Cephalometrics)* foi utilizada para fazer as medições craniofaciais. A partir dos modelos de superfície dos pontos de referência o programa permite que os usuários calculem ângulos 2D em *Yaw, Pitch and Roll*; e decomponha a distância 3D em três componentes diferentes: R-L, A-P e S-I. Esses valores são exportados para uma tabela do programa Microsoft Excel.

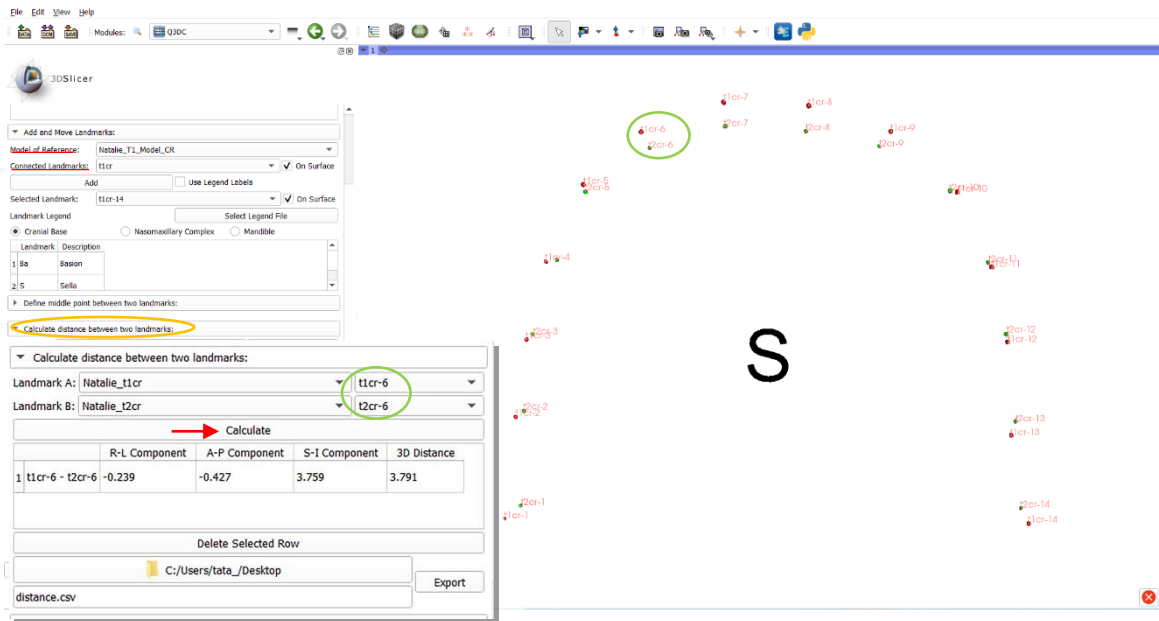
Para este estudo foram calculadas as seguintes variáveis:

- Intrusão dentária: distância 3D do deslocamento do Centro de Resistência (CR) do dente.
- Reabsorção radicular: diferença do comprimento da raiz (ponta de cúspide à ponta de ápice) em T1 e T2.
- Inclinação dentária: ângulo formado entre longo eixo dentário (ponta de cúspide à ponta de ápice das raízes vestibulares de cada dente) em T1 e T2 nas vistas: *Roll* para dentes posteriores e *Pitch* para dentes anteriores.

Cada modelo de superfície precisa ser nomeado (identificado) adicionando uma *MarkupsFiducial* sobre cada *landmark* de forma padronizada, para isso seguir os seguintes passos:

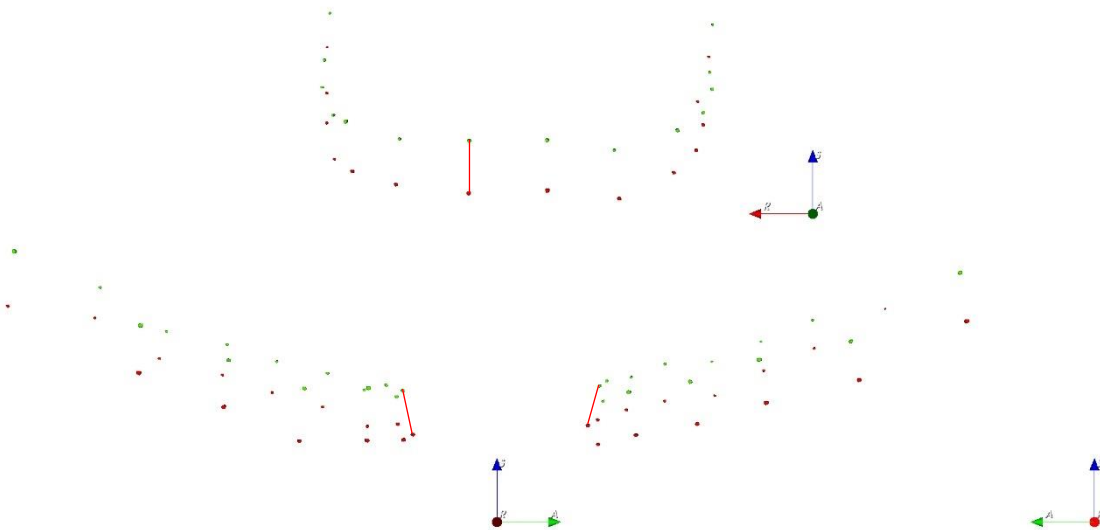
- Carregar os modelos de superfície T1_CR e T2_CR no 3DSlicer → ferramenta *Quantification* → Q3DC → *Model of Reference: T1_CR* → *Connected Landmarks: creat new markupsFiducial as t1cr* → *add on surface* (Figura 4.43).
- Após nomeados os centros de resistência em T1 fazer o mesmo processo para nomear os centros de resistência em T2 mudando no item *Model of Reference* para o modelo de superfície T2_CR e criar *new MarkupsFiducial as t2cr*.
- No modo *Calculated distance between two landmarks* → *landmark A: t1cr* e *landmark B: t2cr* → ativar os respectivos *Fiducial 1* com 1 e calcular; 2 com 2 e calcular; e assim sucessivamente para os 14 pontos de CR (Figura 4.43 e 4.44).

Figura 4.43 - Ferramenta Q3DC



Fonte: O autor.

Figura 4.44 - Visualização da mensuração do deslocamento do CR nos três planos do espaço

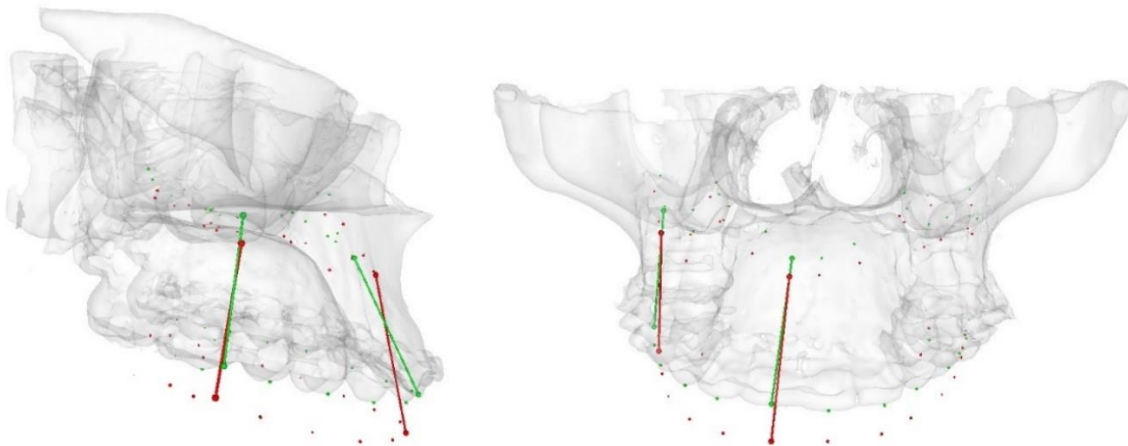


Fonte: O autor.

O mesmo processo de adicionar *markupsFiducial* foi realizado para todos os modelos referentes às pontas de cúspides e pontas de ápices. Utilizou-se o módulo *Calculated distance between two landmarks* para medir os tamanhos das raízes

dentárias e o módulo *Calculated angle between two lines* para gerar os ângulos formado entre o longo eixo em T1 e T2 (Figura 4.45 e 4.46).

Figura 4.45 - Linha vermelha em T1 e linha verde em T2 mostram os pontos de referência ponta de cúspide e ponta de ápice utilizadas para as medições tanto de tamanho radicular quanto de inclinação dentária



Fonte: O autor.

Figura 4.46 - Cálculo do ângulo entre as duas linhas de interesse (longo-eixo)

▼ Calculate angle between two lines:

Line 1 Landmark A:

Line 1 Landmark B:

Line 2 Landmark A:

Line 2 Landmark B:

Calculate Pitch Calculate Roll Calculate Yaw

Calculate

	YAW	PITCH	ROLL
1 t1cu-1-t1ap-1 / t2cu-1-t2ap-1	-	4.947 / 175.053	3.368 / 176.632

Delete Selected Row

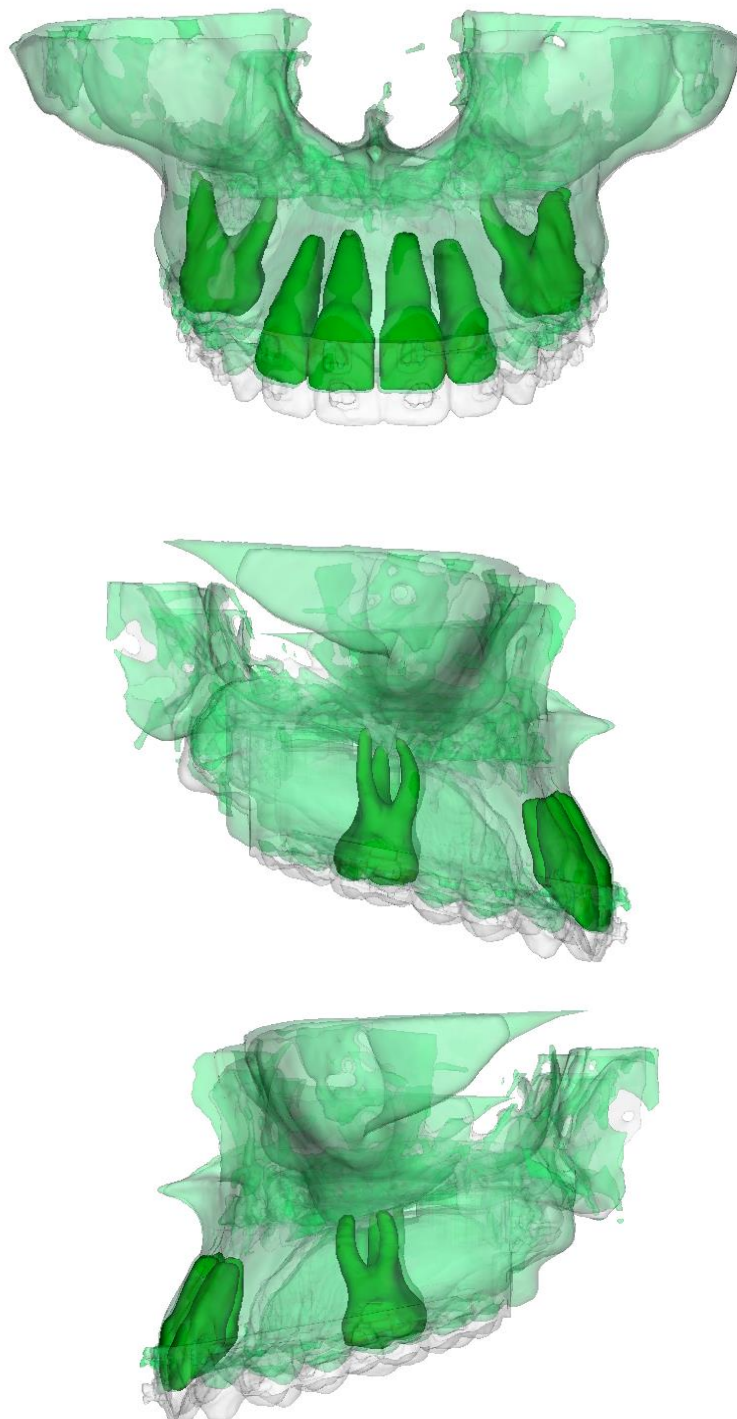
Export

angle.csv

Fonte: O autor.

Os arquivos com as medidas lineares em milímetros e angulares foram exportados para tabelas no programa Microsoft Excel.

Figura 4.47 - Sobreposição 3D da maxila T1 e T2 nas vistas frontal, lateral direita e lateral esquerda. Modelo em verde mostra a movimentação de intrusão de todo arco superior



Fonte: O autor.

4.5.7 Análise estatística

4.5.7.1 Erro do método intra-examinador

Todas as mensurações para análises dos dados foram realizadas por um único observador, cego quanto ao grupo a qual foram alocados os sujeitos de pesquisa. Para avaliar a precisão e confiabilidade das medidas, 20% da amostra foi selecionada de forma aleatória para repetição das mensurações. Novos pontos de referências foram gerados para todas as variáveis deste estudo e efetuadas as novas medidas após 14 dias da primeira medição. Em seguida foi aplicado o Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC), com intervalo de confiança de 95%.

4.5.7.2 Taxa de movimentação dentária intrusiva e análise tridimensional

Foi realizada análise descritiva segundo os grupos para todas as variáveis, obtendo assim os valores de média, desvio padrão, mínimo e máximo. A suposição de normalidade de distribuição de probabilidades foi testada para as medidas de comparação com uso do teste Kolmogorov-Smirnov.

As variáveis quantitativas idade e tempo de tratamento foram descritas e comparadas com uso de testes t-Student, já a variável qualitativa sexo foi verificada a associação com uso do teste exato de Fisher.

Para responder o objetivo principal do estudo, a taxa de movimentação de intrusão foi calculada pela quantidade de intrusão total de cada dente pelo tempo de tratamento, obtendo dessa forma o valor em milímetros por mês de intrusão dentária. A comparação entre os grupos e entre as regiões do arco superior (anterior de canino a canino, posterior de molares e pré-molares da direita e da esquerda) foram feitas por meio do teste análises de variâncias multivariadas (MANOVA), com nível de significância de 5%.

Para as análises dos objetivos secundários as variáveis reabsorção radicular e inclinação dentária foram comparados entre os grupos e entre as regiões do arco superior (anterior, posterior direita e posterior esquerda) por meio do teste análises de variâncias multivariadas (MANOVA), com nível de significância de 5%.

Foi utilizado o teste estatístico correlação de Pearson para verificar a existência de correlação entre as variáveis reabsorção radicular com a quantidade de intrusão e inclinação dentária.

4.5.7.5 Análises do questionário de dor

O nível de dor foi descrito em medidas de resumo (média, desvio padrão, mediana, mínimo e máximo) de acordo com os grupos, nos períodos 24 horas, 7 dias e 28 dias, e em momentos diferentes de tratamento (início-intrusão, durante intrusão e final-intrusão). As diferenças na escala VAS foram determinadas usando a análise de Equações de Estimação Generalizadas (EEG) com distribuição Poisson. Para todas as análises foi assumida correlação AR (1) entre os momentos e/ou períodos de avaliação (McCullagh; Nelder, 1989) e seguidas de comparações múltiplas de Bonferroni para identificar as diferenças.

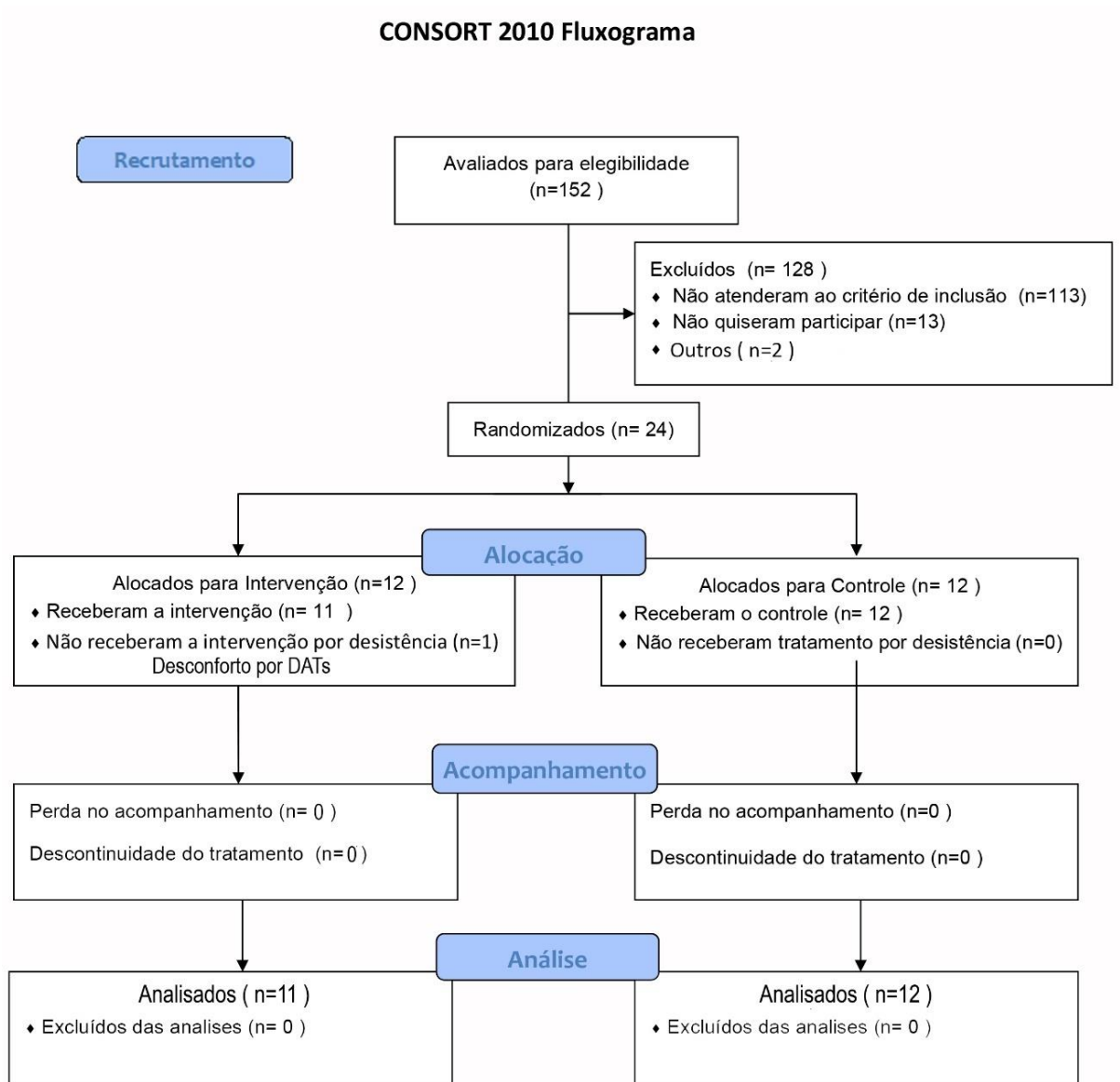
Para realização das análises foi utilizado o *software* IBM-SPSS for Windows versão 22.0 e para tabulação dos dados foi utilizado o *software* Microsoft Excel 2013. Os testes foram realizados com nível de significância de 5%.

5 RESULTADOS

5.1 FLUXO DE PARTICIPANTES E RECRUTAMENTO

Vinte e quatro participantes foram selecionados para esse estudo clínico de um total de 152 indivíduos triados previamente entre agosto de 2018 e julho de 2019, sendo que 113 deles não preenchiam os critérios de elegibilidade e 15 declinaram a participar. A amostra composta por 24 indivíduos foi distribuída aleatoriamente na proporção 1:1 entre grupo intervenção e controle. Houve a perda de 1 indivíduo do grupo da intervenção devido ao desconforto para a instalação dos mini-implantes, que infeccionaram com frequência. A desistência ocorreu antes do início das micro-osteoperfurações. A falta de concordância do participante em reinstalar os mini-implantes inviabilizou a continuidade do tratamento. Não houve perda após atribuição dos dados.

Quadro 5.1 - Diagrama do fluxo de participantes da pesquisa



Fonte: O autor.

5.2 ERRO DO MÉTODO

Os resultados obtidos para o coeficiente de correlação intraclasse revelou que a replicabilidade foi considerada excelente para as medidas de intrusão, reabsorção radicular e inclinação dentária, o ICC foi acima de 0,95 para todas as variáveis (Tabela 5.1). Os dados referentes às medidas encontram-se disponíveis no APÊNDICE B.

Tabela 5.1 – Resultados do cálculo do Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC)

Variáveis		ICC	Intervalo de Confiança de 95%	
			Limite Inf.	Limite Sup.
Intrusão dentária	Anterior	0.9819	0.9619	0.9914
	Posterior	0.9741	0.9495	0.9868
Reabsorção Radicular	Anterior	0.9812	0.9605	0.9911
	Posterior	0.9499	0.9022	0.9746
Inclinação dentária	Anterior	0.9933	0.9859	0.9969
	Posterior	0.9521	0.8835	0.9807

Fonte: O autor.

5.3 TAXA DE MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA INTRUSIVA E ANÁLISE TRIDIMENSIONAL DAS ALTERAÇÕES DENTÁRIAS

A idade média dos participantes dessa pesquisa foi de 29,4 anos ($\pm 9,6$), o tempo médio de tratamento para intrusão total do arco superior foi de 10,9 meses ($\pm 1,6$) e a amostra foi composta por 87% de mulheres. A Tabela 5.2 mostra que as características dos pacientes foram semelhantes entre os grupos ($p > 0,05$).

Tabela 5.2 - Descrição das características dos pacientes e do tempo de intrusão segundo os grupos e resultados dos testes estatísticos

Variável	Grupo		Total (N = 23)	p
	Controle (N = 12)	Intervenção (N = 11)		
Idade (anos) média \pm DP	29,5 \pm 9,7	29,4 \pm 9,8	29,4 \pm 9,6	0,136
Sexo (Feminino), n (%)	12 (100)	8 (72,7)	20 (87,0)	0,093*
Tempo de tratamento (meses) média \pm DP	11,1 \pm 1,6	10,6 \pm 1,7	10,9 \pm 1,6	0,447

Teste t-Student; * Teste exato de Fisher

Fonte: O autor.

Na Tabela 5.3 é possível observar a quantidade de intrusão alcançada e a taxa de movimentação que ocorreu para cada dente do arco superior durante o período estudado. As colunas mostram os valores em milímetros encontrados para cada grupo e os valores médios da amostra completa.

Tabela 5.3 - Descrição das médias e desvio padrão medidas em milímetros de cada dente segundo a quantidade de intrusão e taxa de movimentação ortodôntica intrusiva (MOI)

Variável	Grupo		Total (N = 23)
	Controle (N = 12)	Intervenção (N = 11)	
Intrusão	média ± DP	média ± DP	média ± DP
D17	2,28 ± 0,88	2,22 ± 1,08	2,25 ± 0,95
D16	2,95 ± 0,87	3,03 ± 0,79	2,99 ± 0,82
D15	3,78 ± 1,05	3,03 ± 1,14	3,42 ± 1,13
D14	4,2 ± 1,08	3,71 ± 1,12	3,95 ± 1,1
D13	4,56 ± 1,15	3,72 ± 1,43	4,16 ± 1,33
D12	4,48 ± 1,51	3,69 ± 1,61	4,1 ± 1,57
D11	4,89 ± 1,61	4,03 ± 1,73	4,48 ± 1,69
D21	4,94 ± 1,74	4,2 ± 1,84	4,58 ± 1,79
D22	4,39 ± 1,16	4,09 ± 1,61	4,25 ± 1,37
D23	4,28 ± 1,08	4,01 ± 1,47	4,15 ± 1,26
D24	3,82 ± 0,93	3,79 ± 1,07	3,8 ± 0,98
D25	3,31 ± 0,87	3,25 ± 0,87	3,28 ± 0,85
D26	2,75 ± 0,71	3 ± 0,9	2,87 ± 0,8
D27	2,14 ± 0,86	2,2 ± 0,72	2,17 ± 0,78
MOI			
D17	0,21 ± 0,08	0,21 ± 0,1	0,21 ± 0,08
D16	0,27 ± 0,07	0,29 ± 0,09	0,28 ± 0,08
D15	0,35 ± 0,1	0,3 ± 0,14	0,32 ± 0,12
D14	0,37 ± 0,09	0,33 ± 0,17	0,35 ± 0,13
D13	0,41 ± 0,09	0,36 ± 0,16	0,39 ± 0,13
D12	0,41 ± 0,12	0,36 ± 0,16	0,38 ± 0,14
D11	0,44 ± 0,14	0,39 ± 0,17	0,42 ± 0,15
D21	0,45 ± 0,15	0,41 ± 0,18	0,43 ± 0,16
D22	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,16	0,4 ± 0,13
D23	0,39 ± 0,1	0,39 ± 0,15	0,39 ± 0,13
D24	0,34 ± 0,09	0,37 ± 0,12	0,35 ± 0,1
D25	0,31 ± 0,09	0,32 ± 0,12	0,31 ± 0,1
D26	0,23 ± 0,1	0,29 ± 0,1	0,26 ± 0,11
D27	0,2 ± 0,08	0,21 ± 0,08	0,21 ± 0,08

Fonte: O autor.

A Tabela 5.4 descreve os valores médios encontrado do grau de inclinação de acordo com os grupos e a média total de cada dente do arco superior. Os valores negativos representam movimento de inclinação palatina enquanto os valores positivos de inclinação para vestibular das coroas dentárias.

Tabela 5.4 - Descrição das médias e desvio padrão medidas em graus para inclinação dentária de cada dente

Variável	Grupo		Total
	Controle (N = 12)	Intervenção (N = 11)	(N = 23)
Inclinação	média ± DP	média ± DP	média ± DP
D17	-0,93 ± 2,81	-2,03 ± 2,73	-1,43 ± 2,77
D16	-0,06 ± 2,1	2,49 ± 3,19	1,16 ± 2,92
D15	2,2 ± 2,35	3 ± 2,48	2,58 ± 2,39
D14	3,11 ± 4,01	5,07 ± 2,75	4,09 ± 3,49
D13	11,86 ± 4,1	11,11 ± 5,1	11,5 ± 4,52
D12	15 ± 4,48	15,54 ± 9,2	15,26 ± 6,97
D11	13,98 ± 4,16	15,75 ± 7,83	14,83 ± 6,11
D21	13,11 ± 4,33	14,12 ± 7,54	13,59 ± 5,96
D22	14,26 ± 4,82	12,85 ± 8,4	13,59 ± 6,65
D23	11,69 ± 4,03	9,73 ± 5,69	10,75 ± 4,88
D24	2,75 ± 2,89	3,87 ± 3,63	3,34 ± 3,27
D25	2,27 ± 3,21	3,56 ± 3,22	2,89 ± 3,21
D26	0,2 ± 3,5	0,32 ± 2,96	0,26 ± 3,16
D27	-1,03 ± 3,35	-1,32 ± 2,83	-1,17 ± 3,04

Valores negativos/ inclinação palatina; Valores positivos/ inclinação vestibular

Fonte: O autor.

A Tabela 5.5 descreve os valores médios encontrados do tamanho da raiz de cada elemento dentário, antes da intrusão (T1) e após a intrusão (T2). A quantidade média em milímetros de reabsorção radicular foi descrita pela diferença de T1-T2 para cada raiz de acordo com os grupos.

Tabela 5.5 - Descrição das médias e desvio padrão medidas em milímetros dos tamanhos das raízes nos momentos Pré-Intrusão (T1) e Pós-Intrusão (T2). Reabsorção radicular média representada pela diferença das medidas em T1-T2

Variável	Grupo					
	Controle (N = 12)			Intervenção (N = 11)		
	T1	T2	T1-T2	T1	T2	T1-T2
Raiz						
D17dv&	18,28 ± 1,86	17,93 ± 2	0,35 ± 0,46	19,56 ± 1,97	19,01 ± 2,09	0,55 ± 0,5
D17mv	20,02 ± 2	19,55 ± 1,96	0,46 ± 0,35	19,39 ± 1,85	19,02 ± 1,94	0,36 ± 0,43
D17p	20,73 ± 1,64	20,16 ± 1,66	0,57 ± 0,48	19,62 ± 1,66	18,82 ± 1,64	0,8 ± 0,73
D16dv&	18,75 ± 2,11	17,96 ± 2,2	0,79 ± 0,44	19,27 ± 1,84	18,57 ± 1,78	0,7 ± 0,43
D16mv	19,72 ± 1,93	18,83 ± 2,04	0,89 ± 0,56	19,31 ± 2,07	18,56 ± 2,04	0,75 ± 0,5
D16p	21,34 ± 1,92	20,46 ± 2,05	0,87 ± 0,51	20,11 ± 2,02	19,41 ± 2,05	0,69 ± 0,59
D15	21,59 ± 1,99	20,44 ± 1,86	1,15 ± 0,62	20,89 ± 2,77	20,03 ± 2,57	0,87 ± 0,67
D14	21,6 ± 1,85	20,55 ± 1,39	1,05 ± 0,74	21,47 ± 2,34	20,03 ± 2,24	1,44 ± 0,78
D13	27,2 ± 2,25	25,49 ± 2,33	1,72 ± 0,88	27,19 ± 2,99	25,7 ± 3	1,49 ± 0,75
D12	22,72 ± 2,01	21,31 ± 2,1	1,41 ± 0,89	22,96 ± 2,19	21,3 ± 1,9	1,66 ± 1,07
D11	23,82 ± 1,7	22,23 ± 1,63	1,59 ± 1	23,72 ± 2,55	22,17 ± 2,26	1,56 ± 0,65
D21	23,97 ± 1,91	22,56 ± 1,66	1,42 ± 0,77	24,15 ± 2,22	22,18 ± 2,15	1,97 ± 0,72
D22	22,2 ± 1,97	21,13 ± 1,9	1,07 ± 0,61	22,89 ± 2,34	21,04 ± 1,9	1,84 ± 1,08
D23	27,39 ± 2,41	26,04 ± 2,36	1,35 ± 0,88	27,3 ± 2,97	25,8 ± 3,03	1,51 ± 0,79
D24	22,01 ± 2,12	20,99 ± 1,86	1,03 ± 0,63	21,17 ± 1,72	19,89 ± 1,66	1,28 ± 0,57
D25	21,76 ± 2,69	20,69 ± 2,3	1,07 ± 0,7	21,27 ± 2,44	19,87 ± 2,4	1,4 ± 0,81
D26mv	20,03 ± 2,4	19 ± 1,98	1,04 ± 0,73	19,38 ± 1,79	18,52 ± 1,77	0,86 ± 0,64
D26dv&	19,28 ± 2,22	18,37 ± 2	0,91 ± 0,72	19,13 ± 1,72	18,07 ± 1,85	1,07 ± 0,53
D26p	21,65 ± 1,93	20,71 ± 2,03	0,95 ± 0,53	20,66 ± 1,47	19,89 ± 1,7	0,77 ± 0,43
D27mv	20,11 ± 2,12	19,52 ± 2,09	0,59 ± 0,41	19,95 ± 1,72	19,21 ± 1,72	0,74 ± 0,6
D27dv&	18,76 ± 2,02	18,11 ± 2,14	0,65 ± 0,3	20,1 ± 1,83	19,69 ± 1,86	0,32 ± 0,3
D27p	20,92 ± 1,89	20,13 ± 1,72	0,79 ± 0,48	19,76 ± 1,95	19,12 ± 1,83	0,64 ± 0,53

Dados expressos como média ± DP; & face radicular ausente

Raiz disto-vestibular: dv; raiz mesio-vestibular: mv; raiz palatina: p

Fonte: O autor.

A Tabela 5.6 demonstrou que, as médias das variáveis, taxa de movimentação ortodôntica intrusiva ($p=0,246$), quantidade de intrusão ($p=0,377$), inclinação dentária ($p=0,548$) e reabsorção radicular ($p=0,856$) medidas nas regiões anterior, posterior direita e esquerda não apresentaram diferença estatística significativas quando comparadas entre os grupos controle e intervenção ($p>0,05$).

Tabela 5.6 - Resultados do teste MANOVA da comparação dos valores médios para quantidade de intrusão, taxa de movimentação ortodôntica intrusiva (MOI), inclinação dentária e reabsorção radicular entre os grupos segundo as regiões da maxila

Variável	Grupo		Total (N = 23)	p
	Controle (N = 12)	Intervenção (N = 11)		
Intrusão				0,377
Posterior direito	3,23 ± 0,89	3,04 ± 0,89	3,14 ± 0,87	
Anterior	4,59 ± 1,29	3,96 ± 1,53	4,29 ± 1,41	
Posterior esquerdo	2,94 ± 0,77	3,06 ± 0,82	3,00 ± 0,78	
Taxa de MOI				0,246
Posterior direito	0,29 ± 0,08	0,29 ± 0,11	0,29 ± 0,09	
Anterior	0,42 ± 0,11	0,38 ± 0,16	0,40 ± 0,13	
Posterior esquerdo	0,27 ± 0,08	0,30 ± 0,10	0,28 ± 0,09	
Inclinação				0,548
Posterior direito	0,91 ± 2,42	2,26 ± 1,92	1,56 ± 2,25	
Anterior	13,32 ± 3,37	13,18 ± 6,76	13,25 ± 5,14	
Posterior esquerdo	1,04 ± 2,68	1,61 ± 2,36	1,31 ± 2,49	
Reabsorção Radicular				0,856
Posterior direito	0,77 ± 0,35	0,77 ± 0,38	0,77 ± 0,36	
Anterior	1,43 ± 0,70	1,67 ± 0,68	1,54 ± 0,69	
Posterior esquerdo	0,87 ± 0,39	0,91 ± 0,35	0,89 ± 0,37	

Dados expressos como média ± DP

Fonte: O autor.

A taxa média de movimentação ortodôntica intrusiva para os dentes anteriores foi de 0,40 mm/mês ($\pm 0,13$), para os dentes posteriores direito e esquerdo foram de 0,29 mm/mês ($\pm 0,09$) e 0,28 mm/mês ($\pm 0,09$), respectivamente.

A quantidade média de intrusão alcançada para os dentes anteriores foi de 4,29 mm ($\pm 1,41$), para os dentes posteriores direito e esquerdo foram de 3,14 mm ($\pm 0,87$) e 3 mm ($\pm 0,78$), respectivamente.

Em relação a inclinação dentária decorrente do movimento ortodôntico intrusivo observou-se média de inclinação vestibular dos dentes anteriores de 13,25° ($\pm 5,14$), para os dentes posteriores direito e esquerdo de 1,56° ($\pm 2,25$) e 1,31° ($\pm 2,49$), respectivamente.

A média de reabsorção radicular decorrente movimento ortodôntico intrusivo estudado foi de 1,54 mm ($\pm 0,69$) para os dentes anteriores, para os dentes posteriores direito e esquerdo foram de 0,77 mm ($\pm 0,36$) e 0,89 mm ($\pm 0,37$), respectivamente.

A Tabela 5.7 demonstra que, quanto maior a variação na morfologia radicular das regiões posterior direita e anterior maiores foram a quantidade de intrusão e a taxa de movimento ortodôntica intrusiva ($p < 0,05$). Na região posterior esquerda somente a taxa de movimento ortodôntico intrusivo apresentou correlação positiva com a variação radicular ($p = 0,029$), porém, independente da significância estatística, as correlações da variação na morfologia radicular com a intrusão e a taxa de movimento ortodôntico intrusivo foram moderadas (quase todas entre 0,3 e 0,5). Não houve correlação significativa entre reabsorção radicular e inclinação dentária ($p > 0,05$).

Tabela 5.7 - Resultados da Correlação de Pearson entre reabsorção radicular com as variáveis quantidade de intrusão, taxa de movimentação ortodôntica intrusiva (MOI) e inclinação dentária em cada região da maxila

Reabsorção Radicular	Correlação	N	p
Região/Variável			
Posterior direito			
Intrusão	0,422	23	0,045*
MOI	0,512	23	0,013*
Inclinação	0,154	23	0,484
Anterior			
Intrusão	0,486	23	0,019*
MOI	0,471	23	0,023*
Inclinação	0,376	23	0,077
Posterior esquerdo			
Intrusão	0,341	23	0,112
MOI	0,456	23	0,029*
Inclinação	0,327	23	0,127

* $P < 0,05$

Fonte: O autor.

A Tabela 5.8 mostra que, houve diferença estatística significativa na quantidade de intrusão e na taxa de movimento ortodôntico intrusivo entre a região posterior da maxila com a anterior ($p < 0,001$), a intrusão foi maior na região anterior quando comparada com a região posterior. Já a quantidade de intrusão e a taxa de movimento ortodôntico intrusivo não apresentaram diferença estatística significativa entre os lados posteriores direito e esquerdo ($p > 0,999$).

Tabela 5.8 - Resultados das comparações múltiplas da quantidade de intrusão e da taxa de movimentação ortodôntica intrusiva (MOI) entre as regiões anterior e posterior, direito e esquerdo da maxila

Variável	Comparação	Diferença média	Erro Padrão	p	IC (95%)	
					Inferior	Superior
Intrusão	Posterior direito - Anterior	-1,14	0,19	<0,001	-1,60	-0,68
	Posterior direito - Posterior esquerdo	0,14	0,19	>0,999	-0,32	0,60
	Anterior - Posterior esquerdo	1,27	0,19	<0,001	0,81	1,73
Taxa MOI	Posterior direito - Anterior	-0,109	0,017	<0,001	-0,149	-0,069
	Posterior direito - Posterior esquerdo	0,010	0,017	>0,999	-0,030	0,050
	Anterior - Posterior esquerdo	0,119	0,017	<0,001	0,079	0,159

Comparações múltiplas de Bonferroni

Fonte: O autor.

5.4 PERCEPÇÃO DA DOR

A Tabela 5.9 mostrou que houve diferença estatística significativa para intensidade de dor e desconforto entre os grupos controle e intervenção ($p < 0,05$). O nível de dor apresentou diferenças médias significativas estatisticamente ($p < 0,001$) entre os grupos, os períodos avaliados e momentos diferentes do tratamento (Grupo X Momento X Tempo). Não houve diferença estatística entre os grupos quando a comparação foi realizada apenas entre os momentos de tratamento ($p > 0,05$).

Tabela 5.9 - Descrição dos valores médios do nível de dor e resultados das equações de estimação generalizadas (EEG) entre os grupos nos períodos avaliados de 24 horas, 7 dias e 28 dias, e em momentos diferentes de tratamento (início-intrusão, durante intrusão e final-intrusão)

Grupo/Momento	Tempo			P Grupo	P Momento	P Tempo	p GrupoXMomento	p GrupoXTempo	p MomentoXTempo	p GrupoXMomentoXTempo
	24h	7 dias	28 dias							
Dor				0,046*	<0,001*	<0,001*	0,386	<0,001*	<0,001*	<0,001*
Início-Intrusão										
Controle										
média ± DP	25,4 ± 23,9	24,6 ± 23,7	17,4 ± 18,7							
mediana (mín.; máx.)	20 (1; 85)	17,5 (0; 77)	10,5 (0; 85)							
Intervenção										
média ± DP	38,9 ± 25,7	15,6 ± 12,6	14,6 ± 18,7							
mediana (mín.; máx.)	34 (12; 91)	11 (0; 41)	8 (0; 91)							
Total										
média ± DP	31,9 ± 25,2	20,3 ± 19,4	16 ± 18,7							
mediana (mín.; máx.)	25 (1; 91)	15 (0; 77)	9 (0; 91)							
Durante Intrusão										
Controle										
média ± DP	27,9 ± 19,7	13,6 ± 12,3	12,1 ± 11,6							
mediana (mín.; máx.)	19,5 (0; 62)	9 (0; 35)	10 (0; 36)							
Intervenção										
média ± DP	27,9 ± 20,9	16 ± 16,5	8 ± 9,7							
mediana (mín.; máx.)	28 (0; 69)	7 (0; 45)	4 (0; 32)							
Total										
média ± DP	27,9 ± 19,8	14,7 ± 14,2	10,1 ± 10,7							
mediana (mín.; máx.)	20 (0; 69)	9 (0; 45)	7 (0; 36)							
Final-Intrusão										
Controle										
média ± DP	18,2 ± 14,1	9,3 ± 7,4	7,8 ± 8,8							
mediana (mín.; máx.)	18,5 (0; 46)	9 (0; 20)	6,5 (0; 29)							
Intervenção										
média ± DP	15,9 ± 14,7	7,2 ± 10,8	5 ± 7,9							
mediana (mín.; máx.)	11 (0; 39)	1 (0; 29)	2 (0; 26)							
Total										
média ± DP	17,1 ± 14,1	8,3 ± 9	6,5 ± 8,3							
mediana (mín.; máx.)	13 (0; 46)	6 (0; 29)	2 (0; 29)							

EEG com distribuição Poisson e função de ligação identidade, assumindo matriz de correlações AR(1) entre os momentos e tempos
Nível de significância *P<0.05

Fonte: O autor.

Na Tabela 5.10 é possível observar todas as comparações (grupos, intervalos de avaliação e momentos de tratamento) e identificar quais foram as diferenças encontradas para o nível de dor. Destacamos que valores médios de dor foram significativamente maiores nas primeiras 24 horas para todos os indivíduos quando comparadas com 28 dias ($p < 0,001$), mostrando a diminuição da dor do início ao término da intrusão. O grupo intervenção apresentou maior dor e desconforto nas primeiras 24h e 7 dias do que o grupo controle no início da intrusão ($< 0,001$), porém durante e ao final da intrusão não houve diferença estatística significativa entre os grupos.

Tabela 5.10 - Resultado das comparações múltiplas de Bonferroni do nível de dor entre os grupos, nos períodos avaliados (24 horas, 7 dias e 28 dias) e em momentos diferentes de tratamento (início-intrusão, durante intrusão e final-intrusão)

Comparação	Diferença média	Erro Padrão	p	IC (95%)	
				Inferior	Superior
Controle início-intrusão 28d - Controle início-Intrusão 24h	-8,5	1,3	<0,001*	-13,3	-3,7
Controle início-intrusão 24h - Controle início-intrusão 7 dias	0,8	1,4	>0,999	-4,3	6,0
Controle início-intrusão 28d - Controle pré-intrusão 7 dias	-7,7	1,6	<0,001*	-13,5	-1,9
Controle durante intrusão 28d - Controle durante intrusão 24h	-15,8	1,3	<0,001*	-20,6	-11,0
Controle durante intrusão 24h - Controle durante intrusão 7 dias	14,3	1,4	<0,001*	9,5	19,2
Controle durante intrusão 28d - Controle durante intrusão 7 dias	-1,5	1,3	>0,999	-6,0	3,0
Controle final-intrusão 28d - Controle final-intrusão 24h	-10,3	1,1	<0,001*	-14,2	-6,5
Controle final-intrusão 24h - Controle final-intrusão 7 dias	8,8	1,1	<0,001*	4,9	12,8
Controle final-intrusão 28d - Controle final-intrusão 7 dias	-1,5	1,0	>0,999	-5,2	2,2
Intervenção início-intrusão 28d - Intervenção início-intrusão 24h	-33,5	1,6	<0,001*	-39,4	-27,6
Intervenção início-intrusão 24h - Intervenção início-intrusão 7 dias	23,4	1,6	<0,001*	17,5	29,3
Intervenção início-intrusão 28d - Intervenção início-intrusão 7 dias	-10,1	1,2	<0,001*	-14,5	-5,7
Intervenção durante intrusão 28d - Intervenção durante intrusão 24h	-19,9	1,4	<0,001*	-24,9	-15,0
Intervenção durante intrusão 24h - Intervenção durante intrusão 7 dias	11,9	1,4	<0,001*	6,8	17,1
Intervenção durante intrusão 28d - Intervenção durante intrusão 7 dias	-8,0	1,3	<0,001*	-12,6	-3,4
Intervenção final-intrusão 28d - Intervenção final-intrusão 24h	-10,9	1,0	<0,001*	-14,7	-7,2
Intervenção final-intrusão 24h - Intervenção final-intrusão 7 dias	8,7	1,1	<0,001*	4,9	12,5
Intervenção final-intrusão 28d - Intervenção final-intrusão 7 dias	-2,2	0,9	>0,999	-5,5	1,1
Controle início-intrusão 28d - Intervenção início-intrusão 28d	11,5	1,4	<0,001*	6,5	16,4
Controle início-intrusão 24h - Intervenção início-intrusão 24h	-13,5	2,4	<0,001*	-22,0	-5,0
Controle início-intrusão 7 dias - Intervenção início-intrusão 7 dias	9,0	1,9	<0,001*	2,4	15,7
Controle durante intrusão 28d - Intervenção durante intrusão 28d	4,1	1,3	0,295	-0,7	8,8
Controle durante intrusão 24h - Intervenção durante intrusão 24h	0,0	2,2	>0,999	-7,9	7,9
Controle durante intrusão 7 dias - Intervenção durante intrusão 7 dias	-2,4	1,6	>0,999	-8,2	3,4
Controle final-intrusão 28d - Intervenção final-intrusão 28d	2,8	1,1	>0,999	-1,0	6,6
Controle final-intrusão 24h - Intervenção final-intrusão 24h	2,3	1,7	>0,999	-3,9	8,4
Controle final-intrusão 7 dias - Intervenção final-intrusão 7 dias	2,2	1,2	>0,999	-2,2	6,5

Nível de significância * $P < 0,05$

Fonte: O autor.

6 DISCUSSÃO

O sorriso gengival pode ter grande impacto na atratividade facial, nos relacionamentos e na autoestima dos pacientes, além do espaço interlabial aumentado predispor a ocorrência de gengivite e halitose (Negruțiu et al., 2022; Miyazawa et al., 2022). Quando o sorriso gengival é de origem esquelética, a osteotomia do tipo LeFort I continua sendo a técnica indicada para a impactação da maxila, e suas modificações refletem boa estabilidade ao longo prazo (Proffit et al., 1987; Fish et al., 1978; Gimenez et al., 2006; Posnick et al., 2018). Por causa dos riscos, custos, desconforto e as vezes até o impacto psicológico decorrente da cirurgia ortognática muitos pacientes não aderem ao tratamento, tornando um grande desafio ao ortodontista conseguir resultados satisfatórios (Lin et al., 2008; 2010).

Com o advento da ancoragem esquelética os mini-implantes e as mini placas têm sido usados com sucesso nas mecânicas ortodônticas intrusivas (Kuroda et al., 2007; Çifter; Saraç, 2011; Lee et al., 2013; Consolaro, 2015; Ishidaa; Ono, 2017; Pithon, 2017; Mizuno et al., 2022). O tratamento não cirúrgico de pacientes com excesso vertical da maxila em que a queixa principal é a exposição excessiva ao sorrir podem se beneficiar da combinação da intrusão simultânea dos dentes superiores utilizando os mini-implantes como mostraram os relatos de casos publicados pelos autores Lin et al. (2008; 2010), Tavares et al. (2013), Paik et al. (2017), Wang et al. (2017) e Azami et al. (2020). O movimento ortodôntico em direção ao osso alveolar requer tempo prolongado para ser alcançado, e está associado a efeitos colaterais de reabsorção radicular e inclinação vestibular dos incisivos superiores (Burstone, 1977; Harris et al., 2006; Deguchi et al., 2008; Bellini-Pereira et al., 2021).

Existe uma demanda crescente tanto do paciente quanto do ortodontista para reduzir a duração do tempo de tratamento ortodôntico, diminuindo os riscos de efeitos colaterais indesejáveis). Dessa maneira técnicas de aceleração do movimento dentário com intuito de diminuir o tempo de tratamento estão sendo

estudadas nos últimos anos (Tsichlaki et al., 2016; Feizbakhsh et al., 2018; Shahabee et al., 2020; Mistry et al., 2020).

A literatura tem mostrado que injúrias provocadas no tecido ósseo causam estímulos inflamatórios locais permitindo o Fenômeno de Aceleração Regional (Alansari et al., 2015; Alikhani et al., 2015; Chan et al., 2018; Kinjo et al., 2022). Recentes estudos reportaram achados antagônicos em relação a efetividade das micro-osteoperfurações (Shahabee et al., 2020; Sivarajan et al., 2020). A grande maioria desses estudos avaliaram a taxa de movimentação dentária em casos de retração de caninos, ou ainda em casos de correção do apinhamento anterior. Nas revisões sistemáticas publicadas recentemente (Shahabee et al., 2020; Sivarajan et al., 2020; Dos Santos et al., 2020; Mohaghegh et al., 2021) os autores concordam com a baixa evidência dos ensaios clínicos randomizados, e sugerem a necessidade de novos estudos que avaliem outros modelos de movimentos ortodônticos, a frequência em que são realizadas as micro-osteoperfurações e por períodos mais extensos de tratamento. Até o presente momento não há evidências científicas que mostrem a efetividade das micro-osteoperfurações em acelerar o movimento ortodôntico intrusivo, bem como não há ensaios clínicos que avaliem as alterações dentárias decorrentes da mecânica de intrusão total da maxila.

No presente estudo as tomografias computadorizadas de feixe cônico da maxila nos instantes Pré-Intrusão e Pós-Intrusão foram sobrepostas, registradas pelo método *voxel-based* e gerados modelos de superfícies 3D que serviram para aferição das medidas de interesse. As avaliações 3D são o padrão ouro para estudar os resultados do tratamento, pois fornecem medições sem distorções, permitindo comparação com exatidão e precisão das mudanças de posicionamento dentário e das alterações na morfologia radicular (Cevidane et al., 2005; Cevidane et al., 2009; Ludlow et al., 2009; Spin-Neto et al., 2013; Almukhtar et al., 2014; Koerich et al., 2016; Ruellas et al., 2016). Os resultados das medidas realizadas neste estudo apresentaram excelente reprodutibilidade, com os valores do Coeficiente de Correlação Intraclasse próximos a 1 (Tabela 5.1).

Os dados da descrição da amostra, composta majoritariamente por 87% de mulheres, com idade média de 29,4 anos ($\pm 9,6$), corroboram com a literatura estudada neste trabalho (Peck et al., 1992 a; Peck et al., 1992 b; Boeck et al., 2011). Os resultados expressos na Tabela 5.2 mostram a similaridade entre os grupos.

Os resultados descritos na Tabela 5.2 mostraram que a média de tempo de tratamento deste estudo foi de 10,9 meses ($\pm 1,6$) sem diferença estatística entre os grupos ($p > 0,05$), tempo este, necessário para atingir a norma clínica de 1 a 3 mm de exposição da coroa do incisivo central superior em repouso (Sarver et al., 2003; Sarver et al., 2006 a; Sarver et al., 2006 b). Esse resultado foi similar aos encontrados por Hong et al. (2013), Tavares et al. (2013), Kaku et al. (2012), Lin et al. (2008) e Lin et al. (2010) os quais relataram um período de 9 a 12 meses para intrusão total da maxila com mini-implantes em casos de tratamento do sorriso gengival de grande magnitude.

Em relação a taxa de movimentação ortodôntica intrusiva durante o período estudado, os valores médios encontrados foram: para a região anterior de 0,40 mm/mês ($\pm 0,13$), para a região posterior direita de 0,29 mm/mês ($\pm 0,09$) e para a região posterior esquerda de 0,28 mm/mês ($\pm 0,09$), os dados expressos na Tabela 5.6 mostraram que não houve diferença estatística significativa entre os grupos controle e intervenção ($p > 0,05$). Apesar da realização de tipos de movimentos diferentes, os resultados deste estudo estão de acordo com os encontrados na literatura por Mohaghegh et al. (2021) os quais avaliaram quatro estudos com baixo risco de viés e não encontraram diferença na taxa de movimento ortodôntico causada pelas MOPs. Entre os estudos que também realizaram as MOPs todo mês, por um longo período de tratamento, nos casos de retração em massa com fechamento completo do espaço, os achados foram divergentes, pois Fattori et al. (2020) não observaram diminuição do tempo de tratamento, enquanto Attri et al. (2018) relataram que as MOPs foram efetivas em acelerar a taxa do movimento ortodôntico (diferença média entre os grupos de 0.3 mm/mês) e Kumar et al. (2022) em que a quantidade de MOPs foi aumentada significativamente entre cada dente da região anterior, em três alturas diferentes, também mostraram efetividade das MOPs em aumentar a taxa do movimento dentário ortodôntico nos casos de

retração em massa, no período de quatro meses do estudo ($1,06 \pm 0,34$ mm/mês no grupo MOPs e 0.69 ± 0.22 mm/mês no grupo controle).

No presente estudo as micro-osteoperfurações apesar de realizadas mensalmente em toda extensão da arcada, durante o período de tratamento não foram efetivas em acelerar o movimento intrusivo, bem como não interferiram na magnitude de intrusão alcançada, no grau de inclinação dentária e na morfologia radicular ($p > 0,05$), (Tabela 5.6). Resultados semelhantes foram mostrados por Shahabee et al. (2020), Dos Santos et al. (2020), Mohaghegh et al. (2021) e Shahrin et al. (2021) os quais mostraram que as MOPs não causaram reabsorções radiculares ou cicatrizes nos tecidos moles.

Em relação a magnitude do movimento ortodôntico de intrusão, a sobreposição 3D da maxila mostrou que houve movimento intrusivo na região anterior de 4.29 mm ($\pm 1,41$). Já para as regiões posteriores direita e esquerda os resultados foram 3,14 mm ($\pm 0,87$) e 3 mm ($\pm 0,78$), respectivamente (Tabela 5.6). Os casos relatados por Lin et al. (2008), Lin et al. (2010), Azami et al. (2020) e Miyazawa et al. (2022) indicaram valores de intrusão do incisivo central entre 3,4 mm e 4 mm e posterior de 1,6 mm e 2 mm após intrusão total da maxila. Lin et al. (2008) e Lin et al. (2010) relataram a formação de exostose óssea na região anterior após a mecânica ortodôntica. Essa situação clínica não foi observada nos indivíduos desse estudo. A comparação dos resultados dessa pesquisa com outros estudos só é possível se analisada de forma segmentada, anterior e posterior, pois não há na literatura ensaios clínicos que avaliaram a intrusão ortodôntica total da maxila.

Em relação a intrusão na região posterior, nos casos de mordida aberta anterior, utilizando os mini-implantes, Alsafadi et al. (2016), Gonzalez Espinosa et al. (2020) e Manea et al. (2022) relataram intrusão de molares entre 2,3 mm ($\pm 0,6$) e 2,79 mm ($\pm 0,46$) durante o período de 6,9 a 9.4 meses de tratamento, enquanto Heravi et al. (2011) observaram intrusão de 0,27 mm por mês em movimento isolado do molar superior. Esse achado é semelhante ao encontrado no presente estudo, em que a taxa de intrusão posterior foi de 0,28 mm ($\pm 0,09$) por mês e a quantidade de intrusão foi de 3 mm ($\pm 0,78$) (Tabela 5.6).

Considerando a intrusão do segmento anterior, observa-se na literatura diversos estudos utilizando os mini-implantes entre os caninos e os incisivos laterais, em casos de sobremordida (Deguchi et al., 2008; Kumar et al., 2015; Aras e Tuncer, 2016; Sosly et al., 2020; Akl et al., 2021; Shakti et al., 2022). De acordo com Ng et al. (2005) o centro de resistência foi o ponto de referência para avaliar se a verdadeira intrusão foi alcançada, uma vez que a inclinação dentária afeta diretamente a posição vertical da borda incisal, podendo dar a falsa impressão clínica da intrusão pura. Shakti et al. (2022) observaram intrusão dos incisivos de 2,47 a 3,10 mm, em 5 a 6 meses de tratamento. No presente estudo a aplicação de forças por um período mais extenso (10 a 12 meses) resultou maior magnitude de intrusão (4,29 mm), entretanto a taxa média de intrusão de 0,40 mm/mês ($\pm 0,13$) foi menor quando comparado com os estudos de Aras et al. (2016) (0,62 mm/ mês durante 4 meses) e Kumar et al. (2022) (0,51 mm/mês durante 6 meses).

Um dos efeitos colaterais do movimento ortodôntico intrusivo é a inclinação dentária, principalmente dos dentes anteriores para vestibular. Neste estudo foi observado valores médios de inclinação vestibular na região anterior de 13,25° ($\pm 5,14$). Esse resultado foi maior quando comparado com outros estudos que encontraram valores médios de 8,1° ($\pm 5,17$) (Senişik; Türkkahraman, 2012) e de 6,19° ($\pm 0,75$) (Aras; Tuncer, 2016). Já a inclinação dos dentes na região posterior direita foi de 1,56° ($\pm 2,25$) e na região posterior esquerda de 1,31° ($\pm 2,49$). O uso da barra transpalatina pode ter colaborado para controlar o movimento de inclinação na região posterior (Tabela 5.6).

Outro efeito colateral importante e temido é a reabsorção radicular decorrente de movimento ortodôntico intrusivo. Este tipo de movimento concentra a pressão no ápice radicular, e está relacionado com o aumento da reabsorção radicular quando comparado com outros movimentos ortodônticos (Currell et al., 2019). De acordo com os resultados apresentados por Bellini-Pereira et al. (2021) é esperada a média de reabsorção radicular de 0,72 mm para cada incisivo superior e de 0,41 mm para os molares, esses valores estão dentro do limite clínico aceitável, e estão relacionados quando a quantidade média de intrusão anterior for de 1,55 a 2,48 mm e da região posterior de 2,79 a 3,40 mm. Há maior reabsorção radicular na região anterior quando o movimento de intrusão está associado à retração. Os estudos de

Currell et al. (2019) e Bellini-Pereira et al. (2021) relataram que as evidências são fracas, apesar de existentes, para correlacionar a magnitude de forças e o tempo de tratamento com a quantidade de reabsorção radicular, entretanto a correlação é positiva entre a quantidade de intrusão e reabsorção radicular.

A Tabela 5.6 expressa os resultados dos valores médios para a quantidade de reabsorção que ocorreu após aplicação de forças intrusivas nos dentes anteriores de 1,54 mm ($\pm 0,69$), posterior direito de 0,77 mm ($\pm 0,36$) e posterior esquerdo de 0,89 mm ($\pm 0,37$), com aplicação de força de 60g na região anterior e 250g na posterior. O estudo de Akl et al. (2021) encontrou valores semelhantes de 0,84 mm ($\pm 0,96$) e 0,93 mm ($\pm 1,00$) utilizando forças de 200g e 400g, respectivamente. Outros estudos relataram que forças entre 150g e 300g não interferem na quantidade de reabsorção posterior (Bellini-Pereira et al., 2021; Alsafadi et al., 2016). A reabsorção radicular deve ser considerada especialmente na região anterior, mesmo com níveis de força leves, entre 40 e 60g (Aras; Tuncer, 2016; Bellini-Pereira et al., 2021). Neste estudo foi observado maior reabsorção radicular nos indivíduos em que a quantidade de intrusão foi maior, sendo que essa correlação foi moderada apesar de estatisticamente significativa ($p < 0,005$). Já a quantidade de inclinação não apresentou correlação com as alterações radiculares (Tabela 5.7). Esses achados representam reabsorção apical grau 2, com redução de menos 2mm do comprimento radicular, segundo os critérios de classificação adotados universalmente para reabsorção radicular apical associado ao movimento ortodôntico proposta por Malmgrem et al. (1982). A reabsorção grave é considerada quando a perda for maior que 4 mm, ou mais de um terço do comprimento total da raiz, e estima-se que afete até 15% dos pacientes tratados com ortodontia fixa (Currell et al., 2019).

Em relação a análise 3D da maxila a Tabela 5.8 demonstra que, o movimento de intrusão total não apresentou alteração no eixo rotacional transversal (roll), pois ambos os lados foram intruídos em magnitude semelhante ($p > 0,05$). Entretanto, observou-se alteração estatística significativa no eixo rotacional transversal anteroposterior (pitch), pois ocorreu maior intrusão na região anterior, do que na posterior ($p < 0,05$).

Com o intuito de avaliar a percepção dos pacientes em relação a dor e o desconforto causado pelas MOPs, a meta-análise realizada entre três estudos com baixo risco de viés, não mostrou diferença significativa no nível de dor entre os grupos intervenção e controle (Mohaghegh et al., 2021). Quando comparados com estudos mais recentes, nos quais houve aumento da quantidade de MOPs, os achados são divergentes, Al-Attar et al. (2022) não encontraram diferença estatística entre os grupos, e Kumar et al. (2022) relataram dor leve à moderada 1 dia após a realização das MOPs. No presente estudo as micro-osteoperfurações foram realizadas mensalmente, e os valores médios de 38,9 ($\pm 25,7$) indicam nível moderado de dor, significativamente maiores no grupo intervenção em comparação com o grupo controle ($p < 0,05$), porém essa diferença entre os grupos ocorreu apenas no início da intrusão. As primeiras 24 horas apresentaram maior nível de dor e desconforto em relação aos 28 dias após a consulta com graduação maior no início e diminuição ao final da mecânica de intrusão para todos os indivíduos da pesquisa (Tabela 5.9 e Tabela 5.10), esses achados estão de acordo com a literatura sobre percepção dolorosa decorrentes ao tratamento ortodôntico (Scheurer et al., 1996; Bergius et al., 2000).

Considerações Finais

Na fase de recrutamento dos participantes houve a predominância de mulheres pela procura de tratamento para corrigir o sorriso gengival, dos 152 indivíduos avaliados 98% foram mulheres, além disso a prevalência do sorriso gengival é para o sexo feminino.

Como limitação do estudo pode-se citar a impossibilidade de cegamento tanto do operador quanto do participante em relação ao grupo que foi alocado, entretanto as medidas utilizadas para análises de dados foram cegas ao avaliador. A amostra não foi estratificada quanto ao sexo e idade, no entanto não houve diferenças significativas dessas variáveis entre os grupos.

O cálculo amostral foi baseado na taxa de intrusão do molar superior, portanto a capacidade de generalização dos resultados deste estudo se limita aos movimentos intrusivos nessa população estudada e com esse protocolo de tratamento.

A elaboração desse ensaio clínico randomizado, avaliando os efeitos das MOPs no movimento ortodôntico intrusivo colabora com futuras pesquisas em compilar achados que justifiquem clinicamente o uso de perfurações com o intuito de acelerar o movimento dentário. Vale ressaltar que as MOPs não causaram nenhum tipo de dano aos participantes envolvidos, e novos estudos ainda são necessários para avaliar sua efetividade.

Como contribuição clínica deste trabalho é possível mapear e entender melhor os efeitos dentários decorrentes do tratamento não cirúrgico do sorriso gengival utilizando os mini-implantes, a partir da sobreposição de modelos tridimensionais, possibilitando assim a descrição da quantidade intrusão bem como da inclinação dos incisivos superiores e da quantidade de reabsorção radicular de maneira precisa.

7 CONCLUSÕES

Os resultados apresentados neste estudo permitem concluir que:

- A hipótese nula foi aceita. As MOPs não foram efetivas em acelerar o movimento ortodôntico de intrusão total da maxila.
- A mecânica de intrusão total da maxila provocou quantidade média de intrusão de 4,29mm ($\pm 1,41$) e 3mm ($\pm 0,78$) na região anterior e posterior respectivamente, como também gerou inclinação vestibular dos dentes anteriores de 13.25° (± 5.14), sendo que não houve diferença entre os grupos controle e intervenção.
- A quantidade de reabsorção radicular encontrada decorrente da mecânica de intrusão total da maxila foi de 1,54mm ($\pm 0,69$) nos dentes anteriores e 0,89mm ($\pm 0,37$) nos posteriores, sendo que não houve diferença entre os grupos controle e intervenção.
- As MOPs causaram dor moderada no início da intervenção.

REFERÊNCIAS¹

- Ackerman JL, Proffit WR, Sarver DM, Ackerman MB, Kean MR. Pitch, roll, and yaw: describing the spatial orientation of dentofacial traits. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007 Mar;131(3):305-10. doi: 10.1016/j.ajodo.2006.05.032.
- Ahn NL, Park HS. Differences in distances between maxillary posterior root apices and the sinus floor according to skeletal pattern. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017 Dec;152(6):811-819. doi: 10.1016/j.ajodo.2017.05.021.
- Akl HE, El-Beialy AR, El-Ghafour MA, Abouelezz AM, El Sharaby FA. Root resorption associated with maxillary buccal segment intrusion using variable force magnitudes. *Angle Orthod.* 2021 Nov 1;91(6):733-742. doi: 10.2319/012121-62.1.
- Aksakalli S, Balaban A, Nazaroğlu K, Sağlam E. Accelerated Tooth Movement with Orthodontic Mini-Screws. *Case Rep Dent.* 2017;2327591. doi: 10.1155/2017/2327591.
- Alansari S, Sangsuwon C, Vongthongleur T, Kwai R, Teo M, Lee B Y, Nervina J, Teixeira C C, Alikhani M. Biological principles behind accelerated tooth movement. *Semin Orthod* 2015; 21:151–61.
- Al-Attar A, Nissan L, Almuzian M, Abid M. Effect of mini-implant facilitated micro-osteoperforations on the alignment of mandibular anterior crowding: A randomised controlled clinical trial. *J Orthod.* 2022 Dec;49(4):379-387. doi: 10.1177/14653125221099038.
- Alikhani M, Alansari S, Sangsuwon C, Chou M Y, Alyami B, Nervina J M, Teixeira C C. Micro-osteoperforations: Minimally invasive accelerated tooth movement. *Semin Orthod.* 2015 Jun; 21:162–9. doi: 10.1053/j.sodo.2015.06.002.
- Alikhani M, Raptis M, Zoldan B, Sangsuwon C, Lee YB, Alyami B, Corpodian C, Barrera LM, Alansari S, Khoo E, Teixeira C. Effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013 Nov;144(5):639-48. doi: 10.1016/j.ajodo.2013.06.017.

¹ De acordo com Estilo Vancouver.

Alkebsi A, Al-Maaitah E, Al-Shorman H, Abu Alhaija E. Three-dimensional assessment of the effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement during canine retraction in adults with Class II malocclusion: A randomized controlled clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2018 Jun;153(6):771-85. doi: 10.1016/j.ajodo.2017.11.026.

Almukhtar A, Ju X, Khambay B, McDonald J, Ayoub A. Comparison of the accuracy of voxel based registration and surface based registration for 3D assessment of surgical change following orthognathic surgery. *PLoS One.* 2014 Apr 2;9(4): e93402. doi: 10.1371/journal.pone.0093402.

Alsafadi AS, Alabdullah MM, Saltaji H, Abdo A, Youssef M. Effect of molar intrusion with temporary anchorage devices in patients with anterior open bite: a systematic review. *Prog Orthod.* 2016; 17:9. doi: 10.1186/s40510-016-0122-4.

Alshammery D, Alqhtani N, Alajmi A, Dagriri L, Alrukban N, Alshahrani R, Alghamdi S. Non-surgical correction of gummy smile using temporary skeletal mini-screw anchorage devices: A systematic review. *J Clin Exp Dent.* 2021 Jul 1;13(7):e717-e723. doi: 10.4317/jced.58242.

Anehosur V, Joshi A, Nathani J, Suresh A. Modification of LeFort I osteotomy for severe maxillary vertical excess asymmetry. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2019 May; 57(4):374-7. doi: 10.1016/j.bjoms.2019.03.015.

Aras I, Tuncer AV. Comparison of anterior and posterior mini-implant-assisted maxillary incisor intrusion: Root resorption and treatment efficiency. *Angle Orthod.* 2016 Sep;86(5):746-52. doi: 10.2319/085015-571.1.

Arnett GW, Bergman RT. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning--Part II. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1993 May;103(5):395-411. doi: 10.1016/s0889-5406(05)81791-3.

Arnett GW, Gunson MJ. Facial planning for orthodontists and oral surgeons. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004 Sep;126(3):290-5. doi: 10.1016/j.ajodo.2004.06.006.

Arqub SA, Gandhi V, Iverson MG, Ahmed M, Kuo CL, Mu J, Dutra E, Uribe F. The effect of the local administration of biological substances on the rate of orthodontic tooth movement: a systematic review of human studies. *Prog Orthod*. 2021 Feb 1;22(1):5. doi: 10.1186/s40510-021-00349-5.

Attri S, Mittal R, Batra P, Sonar S, Sharma K, Raghavan S, Rai KS. Comparison of rate of tooth movement and pain perception during accelerated tooth movement associated with conventional fixed appliances with micro-osteoperforations - a randomised controlled trial. *J Orthod*. 2018 Dec;45(4):225-33. doi: 10.1080/14653125.2018.1528746.

Azami N, Nanda R, Uribe F. Effective Vertical Control of the Entire Maxillary Arch with a Palatal TAD-Supported Appliance. *J Clin Orthod*. 2020 Oct;54(10):620-629.

Baumgaertel S. Quantitative investigation of palatal bone depth and cortical bone thickness for mini-implant placement in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009 Jul;136(1):104-8. doi: 10.1016/j.ajodo.2008.11.020.

Bazina M, Cevidanes L, Ruellas A, Valiathan M, Quereshy F, Syed A, Wu R, Palomo JM. Precision and reliability of Dolphin 3-dimensional voxel-based superimposition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2018 Apr;153(4):599-606. doi: 10.1016/j.ajodo.2017.07.025.

Bellini-Pereira SA, Almeida J, Aliaga-Del Castillo A, Dos Santos CCO, Henriques JFC, Janson G. Evaluation of root resorption following orthodontic intrusion: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod*. 2021 Aug 3;43(4):432-41. doi: 10.1093/ejo/cjaa054.

Bergius M, Kiliaridis S, Berggren U. Pain in orthodontics. A review and discussion of the literature. *J Orofac Orthop*. 2000;61(2):125-37. English, German. doi: 10.1007/BF01300354.

Boeck EM, Lunardi N, Pinto Ados S, Pizzol KE, Boeck Neto RJ. Occurrence of skeletal malocclusions in Brazilian patients with dentofacial deformities. *Braz Dent J*. 2011;22(4):340-5. doi: 10.1590/s0103-64402011000400014.

Borges M S, Mucha J N. Bone density assessment for mini-implants position. *Dentalpress J Orthod* 2010 Nov-Dec;15(6):58.e1-9.

Burstone CR. Deep overbite correction by intrusion. *Am J Orthod*. 1977 Jul;72(1):1-22. doi: 10.1016/0002-9416(77)90121-x.

Capelozza Filho L, Cardoso M A, Li An T, Bertoz F A. Características cefalométricas do Padrão Face Longa: considerando o dimorfismo sexual. *Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial* v. 12, n. 2, p. 49-60, mar./abr. 2007.

Cardoso M A, Bertoz F A, Capelozza Filho L, Reis S A B. Características cefalométricas do padrão face longa. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial* v. 10, n. 2, p. 29-43, mar./abr. 2005.

Cardoso MA, Bertoz FA, Reis SAB, Capelozza Filho L. Study of Occlusal Features in Long Face Pattern Patients Indicated to Surgical-Orthodontic Treatment. *Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial*. 2002; v.7(6): 63-70.

Cevidanes LH, Bailey LJ, Tucker GR Jr, Styner MA, Mol A, Phillips CL, Proffit WR, Turvey T. Superimposition of 3D cone-beam CT models of orthognathic surgery patients. *Dentomaxillofac Radiol*. 2005 Nov;34(6):369-75. doi: 10.1259/dmfr/17102411.

Cevidanes LH, Heymann G, Cornelis MA, DeClerck HJ, Tulloch JF. Superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models of growing patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009 Jul;136(1):94-9. doi: 10.1016/j.ajodo.2009.01.018.

Cevidanes LH, Motta A, Proffit WR, Ackerman JL, Styner M. Cranial base superimposition for 3-dimensional evaluation of soft-tissue changes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010 Apr;137(4 Suppl): S120-9. doi: 10.1016/j.ajodo.2009.04.021.

Chan E, Dalci O, Petocz P, Papadopoulou AK, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: Part 26. Effects of micro-osteoperforations on orthodontic root resorption: A microcomputed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2018 Feb;153(2):204-13. doi: 10.1016/j.ajodo.2017.05.036.

Chen PJ, Chang JH, Dutra EH, Ahmida A, Nanda R, Yadav S. The effect of alveolar decortication on orthodontically induced root resorption. *Angle Orthod*. 2020 Jul 1;90(4):524-31. doi: 10.2319/051819-344.1.

Cho SM, Choi SH, Sung SJ, Yu HS, Hwang CJ. The effects of alveolar bone loss and miniscrew position on initial tooth displacement during intrusion of the maxillary anterior teeth: Finite element analysis. *Korean J Orthod*. 2016 Sep;46(5):310-22. doi: 10.4041/kjod.2016.46.5.310.

Choi JH, Park CH, Yi SW, Lim HJ, Hwang HS. Bone density measurement in interdental areas with simulated placement of orthodontic miniscrew implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009 Dec;136(6):766.e1-12; discussion 766-7. doi: 10.1016/j.ajodo.2009.04.019.

Choi JH, Yu HS, Lee KJ, Park YC. Three-dimensional evaluation of maxillary anterior alveolar bone for optimal placement of miniscrew implants. *Korean J Orthod*. 2014 Mar;44(2):54-61. doi: 10.4041/kjod.2014.44.2.54.

Çifter M, Saraç M. Maxillary posterior intrusion mechanics with mini-implant anchorage evaluated with the finite element method. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011 Nov;140(5):e233-41. doi: 10.1016/j.ajodo.2011.06.019.

Consolaro A. Miniplates and mini-implants: bone remodeling as their biological foundation. *Dental Press J Orthod*. 2015 Nov-Dec;20(6):16-31. doi: 10.1590/2177-6709.20.6.016-031.oin.

Currell SD, Liaw A, Blackmore Grant PD, Esterman A, Nimmo A. Orthodontic mechanotherapies and their influence on external root resorption: A systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2019 Mar;155(3):313-29. doi: 10.1016/j.ajodo.2018.10.015.

Deguchi T, Murakami T, Kuroda S, Yabuuchi T, Kamioka H, Takano-Yamamoto T. Comparison of the intrusion effects on the maxillary incisors between implant anchorage and J-hook headgear. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008 May;133(5):654-60. doi: 10.1016/j.ajodo.2006.04.047.

Desai S, Upadhyay M, Nanda R. Dynamic smile analysis: changes with age. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009 Sep;136(3):310.e1-10; discussion 310-1. doi: 10.1016/j.ajodo.2009.01.021.

Dos Santos CCO, Mecnas P, de Castro Aragón MLS, Normando D. Effects of micro-osteoperforations performed with Propel system on tooth movement, pain/quality of life, anchorage loss, and root resorption: a systematic review and meta-analysis. *Prog Orthod*. 2020 Jul 27;21(1):27. doi: 10.1186/s40510-020-00326-4.

Drummond S, Capelli J Jr. Incisor display during speech and smile: Age and gender correlations. *Angle Orthod*. 2016 Jul;86(4):631-7. doi: 10.2319/042515-284.1.

Farnsworth D, Rossouw PE, Ceen RF, Buschang PH. Cortical bone thickness at common miniscrew implant placement sites. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011 Apr;139(4):495-503. doi: 10.1016/j.ajodo.2009.03.057.

Fattori L, Sendyk M, de Paiva JB, Normando D, Neto JR. Micro-osteoperforation effectiveness on tooth movement rate and impact on oral health related quality of life. *Angle Orthod*. 2020 Sep; 1;90(5):640-647. doi: 10.2319/110819-707.1. PMID: 33378487.

Feizbakhsh M, Zandian D, Heidarpour M, Farhad S Z ,Fallahi H R. The use of micro-osteoperforation concept for accelerating differential tooth movement. *J World Fed Orthod*. 2018 May; 7: 56-60. Doi: 10.1016/j.ejwf.2018.04.002

Fish LC, Wolford LM, Epker BN. Surgical-orthodontic correction of vertical maxillary excess. *Am J Orthod*. 1978 Mar;73(3):241-57. doi: 10.1016/0002-9416(78)90132-x.

Gandhi V, Luu B, Dresner R, Pierce D, Upadhyay M. Where is the center of resistance of a maxillary first molar? A 3-dimensional finite element analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2021 Sep;160(3):442-450.e1. doi: 10.1016/j.ajodo.2020.04.033.

Gimenez C M M, Bertoz F, Gabrielli M A C, Pereira-Filho V A, I Garcia, Filho O M. Avaliação cefalométrica do perfil mole de pacientes face longa submetidos à cirurgia ortognática: estudo retrospectivo. *Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial*. 2006 Nov; 11 (6): 91-103.

González Espinosa D, de Oliveira Moreira PE, da Sousa AS, Flores-Mir C, Normando D. Stability of anterior open bite treatment with molar intrusion using skeletal anchorage: a systematic review and meta-analysis. *Prog Orthod*. 2020 Sep 5;21(1):35. doi: 10.1186/s40510-020-00328-2.

Gracco A, Lombardo L, Cozzani M, Siciliani G. Quantitative cone-beam computed tomography evaluation of palatal bone thickness for orthodontic miniscrew placement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008 Sep;134(3):361-9. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.01.027.

Grauer D, Cevidanes LS, Proffit WR. Working with DICOM craniofacial images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009 Sep;136(3):460-70. doi: 10.1016/j.ajodo.2009.04.016.

Harris DA, Jones AS, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part 8. Volumetric analysis of root resorption craters after application of controlled intrusive light and heavy orthodontic forces: a microcomputed tomography scan study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006 Nov;130(5):639-47. doi: 10.1016/j.ajodo.2005.01.029.

Heravi F, Bayani S, Madani AS, Radvar M, Anbiaee N. Intrusion of supra-erupted molars using miniscrews: clinical success and root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011 Apr;139(4 Suppl):S170-5. doi: 10.1016/j.ajodo.2009.06.032.

Hong RK, Lim SM, Heo JM, Baek SH. Orthodontic treatment of gummy smile by maxillary total intrusion with a midpalatal absolute anchorage system. *Korean J Orthod.* 2013 Jun;43(3):147-58. doi: 10.4041/kjod.2013.43.3.147. Epub 2013 Jun 24.

Huang H, Williams RC, Kyrkanides S. Accelerated orthodontic tooth movement: molecular mechanisms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014 Nov;146(5):620-32. doi: 10.1016/j.ajodo.2014.07.007.

Ishida Y, Ono T. Nonsurgical treatment of an adult with a skeletal Class II gummy smile using zygomatic temporary anchorage devices and improved superelastic nickel-titanium alloy wires. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017 Nov;152(5):693-705. doi: 10.1016/j.ajodo.2016.09.030.

Kakali L, Alharbi M, Pandis N, Gkantidis N, Kloukos D. Success of palatal implants or mini-screws placed median or paramedian for the reinforcement of anchorage during orthodontic treatment: a systematic review. *Eur J Orthod.* 2019 Jan 23;41(1):9-20. doi: 10.1093/ejo/cjy015.

Kaku M, Kojima S, Sumi H, Koseki H, Abedini S, Motokawa M, Fujita T, Ohtani J, Kawata T, Tanne K. Gummy smile and facial profile correction using miniscrew anchorage. *Angle Orthod.* 2012 Jan;82(1):170-7. doi: 10.2319/020711-86.1.

Kang S, Lee SJ, Ahn SJ, Heo MS, Kim TW. Bone thickness of the palate for orthodontic mini-implant anchorage in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007 Apr;131(4 Suppl):S74-81. doi: 10.1016/j.ajodo.2005.09.029.

Kim HJ, Yun HS, Park HD, Kim DH, Park YC. Soft-tissue and cortical-bone thickness at orthodontic implant sites. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006 Aug;130(2):177-82. doi: 10.1016/j.ajodo.2004.12.024.

Kinjo R, Kitaura H, Ogawa S, Ohori F, Noguchi T, Marahleh A, Nara Y, Pramusita A, Ma J, Kanou K, Mizoguchi I. Micro-Osteoperforations Induce TNF- α Expression and Accelerate Orthodontic Tooth Movement via TNF- α -Responsive Stromal Cells. *Int J Mol Sci.* 2022 Mar 9;23(6):2968. doi: 10.3390/ijms23062968.

Koerich L, Burns D, Weissheimer A, Claus JD. Three-dimensional maxillary and mandibular regional superimposition using cone beam computed tomography: a validation study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2016 May;45(5):662-9. doi: 10.1016/j.ijom.2015.12.006.

Kumar P, Datana S, Londhe SM, Kadu A. Rate of intrusion of maxillary incisors in Class II Div 1 malocclusion using skeletal anchorage device and Connecticut intrusion arch. *Med J Armed Forces India.* 2017 Jan;73(1):65-73. doi: 10.1016/j.mjafi.2015.10.006.

Kumar P, Rampurawala AH, Patil AS. Effect of micro-osteoperforations (MOPs) on the rate of en masse orthodontic tooth retraction : A randomized controlled trial. *J Orofac Orthop.* 2022 Aug 26. English. doi: 10.1007/s00056-022-00420-8.

Kuroda S, Sakai Y, Tamamura N, Deguchi T, Takano-Yamamoto T. Treatment of severe anterior open bite with skeletal anchorage in adults: comparison with orthognathic surgery outcomes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007 Nov;132(5):599-605. doi: 10.1016/j.ajodo.2005.11.046.

Lee J, Miyazawa K, Tabuchi M, Kawaguchi M, Shibata M, Goto S. Midpalatal miniscrews and high-pull headgear for anteroposterior and vertical anchorage control: cephalometric comparisons of treatment changes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013 Aug;144(2):238-50. doi: 10.1016/j.ajodo.2013.03.020.

Liang LZ, Hu WJ, Zhang YL, Chung KH. Analysis of dynamic smile and upper lip curvature in young Chinese. *Int J Oral Sci.* 2013 Mar;5(1):49-53. doi: 10.1038/ijos.2013.17.

Lin JC, Liou EJ, Bowman SJ. Simultaneous reduction in vertical dimension and gummy smile using miniscrew anchorage. *J Clin Orthod.* 2010 Mar;44(3):157-70.

Lin JC, Yeh CL, Liou EJ, Bowman SJ. Treatment of skeletal-origin gummy smiles with miniscrew anchorage. *J Clin Orthod.* 2008 May;42(5):285-96.

- Ludlow JB, Gubler M, Cevitanes L, Mol A. Precision of cephalometric landmark identification: cone-beam computed tomography vs conventional cephalometric views. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 Sep;136(3):312.e1-10; discussion 312-3. doi: 10.1016/j.ajodo.2008.12.018.
- Malmgren O, Goldson L, Hill C, Orwin A, Petrini L, Lundberg M. Root resorption after orthodontic treatment of traumatized teeth. *Am J Orthod.* 1982 Dec;82(6):487-91. doi: 10.1016/0002-9416(82)90317-7.
- Manea A, Dinu C, Băciuț M, Buduru S, Almășan O. Intrusion of Maxillary Posterior Teeth by Skeletal Anchorage: A Systematic Review and Case Report with Thin Alveolar Biotype. *J Clin Med.* 2022 Jun 30;11(13):3787. doi: 10.3390/jcm11133787.
- Maret D, Telmon N, Peters OA, Lepage B, Treil J, Inglessè JM, Peyre A, Kahn JL, Sixou M. Effect of voxel size on the accuracy of 3D reconstructions with cone beam CT. *Dentomaxillofac Radiol.* 2012 Dec;41(8):649-55. doi: 10.1259/dmf/81804525.
- McCullagh P, Nelder JA. *Generalized Linear Models*. 2nd Edition, Chapman and Hall, London; 1989. doi.org/10.1007/978-1-4899-3242-6.
- Miron H, Calderon S, Allon D. Upper lip changes and gingival exposure on smiling: vertical dimension analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012 Jan;141(1):87-93. doi: 10.1016/j.ajodo.2011.07.017.
- Mistry D, Dalci O, Papageorgiou SN, Darendeliler MA, Papadopoulou AK. The effects of a clinically feasible application of low-level laser therapy on the rate of orthodontic tooth movement: A triple-blind, split-mouth, randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2020 Apr;157(4):444-53. doi: 10.1016/j.ajodo.2019.12.005.
- Miyazawa K, Tamada Y, Tabuchi M, Kawaguchi M, Shibata M, Sato T, Okamoto K, Saito N, Goto S. Effective approach for improving a gummy smile : Upward movement of the maxillary occlusal plane using midpalatal miniscrews and a modified transpalatal arch. *J Orofac Orthop.* 2022 Aug 25. doi: 10.1007/s00056-022-00417-3.
- Mizuno M, Kawaguchi M, Tabuchi M, Miyazawa K, Goto S. A case of skeletal maxillary protrusion with high angle and gummy smile treated with anchor screws. *J Oral Sci.* 2022 Oct 1;64(4):315-18. doi: 10.2334/josnusd.22-0069.

Mohaghegh S, Soleimani M, Kouhestani F, Motamedian SR. The effect of single/multiple micro-osteoperforation on the rate of orthodontic tooth movement and its possible complications: A systematic review and meta-analysis. *Int Orthod*. 2021 Jun;19(2):183-96. doi: 10.1016/j.ortho.2021.02.001.

Moon SH, Park SH, Lim WH, Chun YS. Palatal bone density in adult subjects: implications for mini-implant placement. *Angle Orthod*. 2010 Jan;80(1):137-44. doi: 10.2319/011909-40.1.

Motoyoshi M, Uemura M, Ono A, Okazaki K, Shigeeda T, Shimizu N. Factors affecting the long-term stability of orthodontic mini-implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010 May;137(5):588.e1-5; discussion 588-9. doi: 10.1016/j.ajodo.2009.05.019.

Negruțiu BM, Moldovan AF, Staniș CE, Pusta CTJ, Moca AE, Vaida LL, Romanec C, Luchian I, Zetu IN, Todor BI. The Influence of Gingival Exposure on Smile Attractiveness as Perceived by Dentists and Laypersons. *Medicina (Kaunas)*. 2022 Sep 13;58(9):1265. doi: 10.3390/medicina58091265.

Ng J, Major PW, Flores-Mir C. True molar intrusion attained during orthodontic treatment: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006 Dec;130(6):709-14. doi: 10.1016/j.ajodo.2005.05.049.

Ng J, Major PW, Heo G, Flores-Mir C. True incisor intrusion attained during orthodontic treatment: a systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005 Aug;128(2):212-9. doi: 10.1016/j.ajodo.2004.04.025.

Nishimura M, Sannohe M, Nagasaka H, Igarashi K, Sugawara J. Nonextraction treatment with temporary skeletal anchorage devices to correct a Class II Division 2 malocclusion with excessive gingival display. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2014 Jan;145(1):85-94. doi: 10.1016/j.ajodo.2012.06.022.

Ohiomoba H, Sonis A, Yansane A, Friedland B. Quantitative evaluation of maxillary alveolar cortical bone thickness and density using computed tomography imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2017 Jan;151(1):82-91. doi: 10.1016/j.ajodo.2016.05.015.

Ohnishi H, Yagi T, Yasuda Y, Takada K. A mini-implant for orthodontic anchorage in a deep overbite case. *Angle Orthod*. 2005 May;75(3):444-52. doi: 10.1043/0003-3219(2005)75[444:AMFOAI]2.0.CO;2.

Paik CH, Park HS, Ahn HW. Treatment of vertical maxillary excess without open bite in a skeletal Class II hyperdivergent patient. *Angle Orthod.* 2017 Jul;87(4):625-633. doi: 10.2319/101816-753.1.

Park HS, Lee YJ, Jeong SH, Kwon TG. Density of the alveolar and basal bones of the maxilla and the mandible. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 Jan;133(1):30-7. doi: 10.1016/j.ajodo.2006.01.044.

Peck S, Peck L, Kataja M. Some vertical lineaments of lip position. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992a Jun;101(6):519-24. doi: 10.1016/0889-5406(92)70126-U.

Peck S, Peck L, Kataja M. The gingival smile line. *Angle Orthod.* 1992b Summer; 62(2):91-100; discussion 101-2. doi: 10.1043/0003-3219(1992)062<0091:TGSL>2.0.CO;2.

Pithon MM. Nonsurgical treatment of severe Class II malocclusion with anterior open bite using mini-implants and maxillary lateral incisor and mandibular first molar extractions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017 May;151(5):964-77. doi: 10.1016/j.ajodo.2016.04.035.

Ponce-Garcia C, Lagravere-Vich M, Cevidanes LHS, de Olivera Ruellas AC, Carey J, Flores-Mir C. Reliability of three-dimensional anterior cranial base superimposition methods for assessment of overall hard tissue changes: A systematic review. *Angle Orthod.* 2018 Mar;88(2):233-45. doi: 10.2319/071217-468.1.

Posnick JC, Liu S, Tremont TJ. Long-Face Dentofacial Deformities: Occlusion and Facial Esthetic Surgical Outcomes. *J Oral Maxillofac Surg.* 2018 Jun;76(6):1291-1308. doi: 10.1016/j.joms.2017.11.006.

Proffit WR, Phillips C, Turvey TA. Stability following superior repositioning of the maxilla by LeFort I osteotomy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987 Aug;92(2):151-61. doi: 10.1016/0889-5406(87)90370-2. PMID: 3475970.

Radney LJ, Jacobs JD. Soft-tissue changes associated with surgical total maxillary intrusion. *Am J Orthod.* 1981 Aug;80(2):191-212. doi: 10.1016/0002-9416(81)90218-9.

Ruellas AC, Huanca Ghislazoni LT, Gomes MR, Danesi C, Lione R, Nguyen T, McNamara JA Jr, Cozza P, Franchi L, Cevidanes LH. Comparison and reproducibility of 2 regions of reference for maxillary regional registration with cone-beam computed

tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016 Apr;149(4):533-42. doi: 10.1016/j.ajodo.2015.09.026.

Ruellas AC, Yatabe MS, Souki BQ, Benavides E, Nguyen T, Luiz RR, Franchi L, Cevidanes LH. 3D Mandibular Superimposition: Comparison of Regions of Reference for Voxel-Based Registration. *PLoS One.* 2016 Jun 23;11(6):e0157625. doi: 10.1371/journal.pone.0157625.

Ryu JH, Park JH, Vu Thi Thu T, Bayome M, Kim Y, Kook YA. Palatal bone thickness compared with cone-beam computed tomography in adolescents and adults for mini-implant placement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012 Aug;142(2):207-12. doi: 10.1016/j.ajodo.2012.03.027.

Sarver DM, Ackerman MB. Dynamic smile visualization and quantification: part 1. Evolution of the concept and dynamic records for smile capture. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003a Jul;124(1):4-12. doi: 10.1016/s0889-5406(03)00306-8.

Sarver DM, Ackerman MB. Dynamic smile visualization and quantification: Part 2. Smile analysis and treatment strategies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003b Aug;124(2):116-27. doi: 10.1016/s0889-5406(03)00307-x. PMID: 12923505.

Sarver, DM. Soft-tissue based diagnostics and treatment planning. *Clinical Impressions.* 2006; 14 (1): 21-6.

Sawyer AR, See M, Nduka C. Quantitative analysis of normal smile with 3D stereophotogrammetry--an aid to facial reanimation. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2010 Jan;63(1):65-72. doi: 10.1016/j.bjps.2008.08.062.

Schendel SA, Eisenfeld J, Bell WH, Epker BN, Mischelevich DJ. The long face syndrome: vertical maxillary excess. *Am J Orthod.* 1976 Oct;70(4):398-408. doi: 10.1016/0002-9416(76)90112-3.

Schendel SA, Carlotti AE Jr. Variations of total vertical maxillary excess. *J Oral Maxillofac Surg.* 1985 Aug;43(8):590-6. doi: 10.1016/0278-2391(85)90126-0.

Scheurer PA, Firestone AR, Bürgin WB. Perception of pain as a result of orthodontic treatment with fixed appliances. *Eur J Orthod.* 1996 Aug;18(4):349-57. doi: 10.1093/ejo/18.4.349.

Seixas MR, Pinto RAC, Araújo TM. Checklist of aesthetic features to consider in diagnosing and treating excessive gingival display (gummy smile). *Rev Dent Press J Orthod*. 2011 Mar-Apr;16(2):131-57.

Seniřik NE, Türkkahraman H. Treatment effects of intrusion arches and mini-implant systems in deepbite patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012 Jun;141(6):723-33. doi: 10.1016/j.ajodo.2011.12.024.

Shahabee M, Shafae H, Abtahi M, Rangrazi A, Bardideh E. Effect of microosteoperforation on the rate of orthodontic tooth movement-a systematic review and a meta-analysis. *Eur J Orthod*. 2020 Apr 1;42(2):211-21. doi: 10.1093/ejo/cjz049.

Shahrin AA, Ghani SHA, Norman NH. Effectiveness of microosteoperforations in accelerating alignment of maxillary anterior crowding in adults: A randomized controlled clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2021 Dec;160(6):784-92. doi: 10.1016/j.ajodo.2021.04.021.

Shakti P, Singh A, Purohit A, Shah N. Maxillary Incisor Intrusion Using Mini-Implants and Conventional Intrusion Arch: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Turk J Orthod*. 2022 Jun;35(2):150-156. doi: 10.5152/TurkJOrthod.2022.21080.

Shu R, Huang L, Bai D. Adult Class II Division 1 patient with severe gummy smile treated with temporary anchorage devices. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011 Jul;140(1):97-105. doi: 10.1016/j.ajodo.2011.01.021.

Sivarajan S, Ringgingon LP, Fayed MMS, Wey MC. The effect of microosteoperforations on the rate of orthodontic tooth movement: A systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2020 Mar;157(3):290-304. doi: 10.1016/j.ajodo.2019.10.009.

Sosly R, Mohammed H, Rizk MZ, Jamous E, Qaisi AG, Bearn DR. Effectiveness of miniscrew-supported maxillary incisor intrusion in deep-bite correction: A systematic review and meta-analysis. *Angle Orthod*. 2020 Mar;90(2):291-304. doi: 10.2319/061119-400.1.

Spin-Neto R, Gotfredsen E, Wenzel A. Impact of voxel size variation on CBCT-based diagnostic outcome in dentistry: a systematic review. *J Digit Imaging*. 2013 Aug;26(4):813-20. doi: 10.1007/s10278-012-9562-7.

Suteerapongpun P, Wattanachai T, Janhom A, Tripuwabhrut P, Jotikasthira D. Quantitative evaluation of palatal bone thickness in patients with normal and open vertical skeletal configurations using cone-beam computed tomography. *Imaging Sci Dent.* 2018 Mar;48(1):51-7. doi: 10.5624/isd.2018.48.1.51.

Tavares C A E, Allgayer S, Dinatoc J C. Mini-implants for the management of a gummy smile. *J World Fed Orthod.* 2013; 2: 99-106. doi.org/10.1016/j.ejwf.2013.02.005.

Tilekar NR, Swami V, Sabane A, Bhosale V. Comparison of the effects of varying positions of mini-implants on intrusion of maxillary incisors-an in vivo study. *J Indian Orthod Soc.* 2018; 52:35-43. doi:10.4103/jios.jios-222-17.

Tjan AH, Miller GD, The JG. Some esthetic factors in a smile. *J Prosthet Dent.* 1984 Jan;51(1):24-8. doi: 10.1016/s0022-3913(84)80097-9.

Tsichlaki A, Chin SY, Pandis N, Fleming PS. How long does treatment with fixed orthodontic appliances last? A systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016 Mar;149(3):308-18. doi: 10.1016/j.ajodo.2015.09.020.

Uesugi S, Kokai S, Kanno Z, Ono T. Stability of secondarily inserted orthodontic miniscrews after failure of the primary insertion for maxillary anchorage: Maxillary buccal area vs midpalatal suture area. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2018 Jan;153(1):54-60. doi: 10.1016/j.ajodo.2017.05.024.

Uribe F, Davoody L, Mehr R, Jayaratne YSN, Almas K, Sobue T, Allareddy V, Nanda R. Efficiency of piezotome-corticision assisted orthodontics in alleviating mandibular anterior crowding-a randomized clinical trial. *Eur J Orthod.* 2017 Nov 30;39(6):595-600. doi: 10.1093/ejo/cjw091.

Van der Geld P, Oosterveld P, Schols J, Kuijpers-Jagtman AM. Smile line assessment comparing quantitative measurement and visual estimation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011 Feb;139(2):174-80. doi: 10.1016/j.ajodo.2009.09.021.

Wang XD, Zhang JN, Liu DW, Lei FF, Liu WT, Song Y, Zhou YH. Nonsurgical correction using miniscrew-assisted vertical control of a severe high angle with mandibular retrusion and gummy smile in an adult. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2017 May;151(5):978-88. doi: 10.1016/j.ajodo.2016.04.034.

Wilmes B, Ludwig B, Vasudavan S, Nienkemper M, Drescher D. The T-Zone: Median vs. Paramedian Insertion of Palatal Mini-Implants. *J Clin Orthod*. 2016 Sep;50(9):543-51.

Yang L, Li F, Cao M, Chen H, Wang X, Chen X, Yang L, Gao W, Petrone JF, Ding Y. Quantitative evaluation of maxillary interradicular bone with cone-beam computed tomography for bicortical placement of orthodontic mini-implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2015 Jun;147(6):725-37. doi: 10.1016/j.ajodo.2015.02.018. PMID: 26038077.

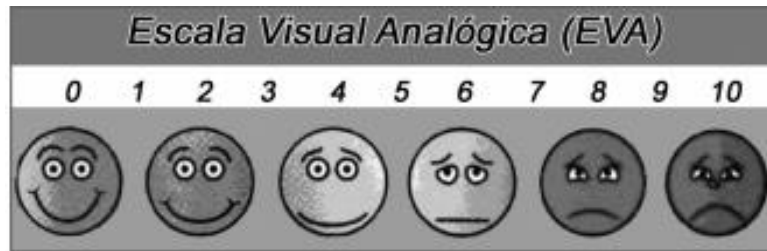
Yun JB, Luo M, Yin Y, Zhi Hui VL, Fang B, Han XL. Etiology-Based Treatment Strategy for Excessive Gingival Display: Literature Review. *World J Surg Surgical Res*. 2019; 2: 1103.

APÊNDICE A – Questionário de DOR

Nome: _____ Data: _____

QUESTIONÁRIO SOBRE DOR, DESCONFORTO E FUNÇÕES DOS MAXILARES

Responder as questões de 1 a 9 de acordo com a escala visual analógica (EVA), dando uma pontuação de 0 a 10



INTENSIDADE DA DOR

- 1- Você está sentindo dor agora?()
- 2- Você está sentindo dor agora na região dos molares?()
- 3- Você está sentindo dor agora na região dos incisivos?()
- 4- Você está sentindo dor agora no maxilar superior?()
- 5- Você está sentindo dor agora no palato?()
- 6- Você está sentindo dor agora na língua?()

DESCONFORTO

- 7- Você sentiu pressão no maxilar superior?.....()
- 8- Você sentiu pressão nos dentes?.....()
- 9- Você sentiu dor com o uso do aparelho?.....()

USO DE MEDICAÇÃO

- 10- Você utilizou analgésicos para aliviar dor nos maxilares, dentes ou face? Sim () Não ()

Se sim, qual tipo e dosagem de analgésico você usou?

Justificar em caso de sim. _____

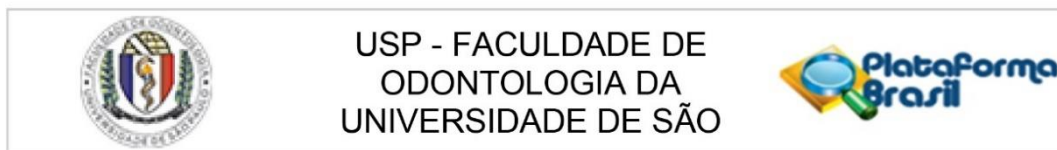
APÊNDICE B - Tabelas para análises de ICC

Individuo	3D 17	3D 16	3D 15	3D 14	3D 13	3D 12	3D 11	3D 21	3D 22	3D 23	3D 24	3D 25	3D 26	3D 27
1	1.925	2,25	3,22		3,70	3,19	3,78	3,62	2,80	3,38		2,84	2,41	1,92
2	1.449	2,67	3,71		4,39	4,33	5,24	5,64	5,05	3,83		3,49	2,94	1,82
3	2.437	3,39	3,30	3,22	4,23	3,31	3,48	3,30	3,42	3,09	4,32	3,65	3,38	2,91
4	2,56	2,27	1,73	1,24	1,43	1,30	1,14	1,50	1,18	1,10	1,80	2,00	1,84	1,93
5	1,81	2,35	2,85	3,67	3,31	3,34	3,56	3,55	3,73	3,51	3,40	2,96	2,33	1,83
1	1,90	2,01	3,25		3,45	3,41	3,45	3,34	2,89	3,44		2,77	2,37	1,90
2	1,42	2,76	4,33		4,21	4,78	4,79	6,53	5,04	3,96		2,66	2,62	1,93
3	2,33	3,44	3,34	3,34	4,04	3,73	3,31	3,10	3,73	3,30	4,44	3,35	3,45	2,76
4	2,41	2,37	1,61	1,24	1,75	1,44	1,37	1,34	1,03	1,15	1,80	2,02	2,00	1,96
5	1,89	2,33	2,89	3,57	3,36	3,39	3,60	3,44	3,50	3,25	3,47	2,82	2,36	1,86

RR/Individuos	1-T1	1-T2	2-T1	2-T2	3-T1	3-T2	4-T1	4-T2	5-T1	5-T2
17dv	0.13	0.09	0.01	0.05	0.24	0.45	1.03	1.01	0.30	0.31
17mv	0.16	0.18	0.20	0.25	1.39	1.4	0.64	0.67	0.41	0.43
17p	0.92	0.97	0.43	0.57	0.98	1.25	0.81	0.85	0.51	0.48
16dv	0.34	0.11	0.20	0.16	0.49	0.56	0.79		0.68	0.65
16mv	0.79	0.99	0.30	0.28	0.13	0.37	0.94	1.00	0.30	0.32
16p	1.33	1.37	0.36	0.38	0.35	0.49	0.53	0.51	0.23	0.21
15	0.17	0.05	1.24	1.26	0.48	0.70	0.53	0.53	0.52	0.52
13	2.73	2.75	1.94	2.03	2.74	2.95	0.27	0.11	0.01	0.02
12	2.04	1.98	1.26	1.25	2.65	2.69	0.03	0.01	0.05	0.10
11	1.88	1.87	2.24	2.35	1.57	1.77	1.74	1.71	1.13	1.15
21	1.67	1.92	1.86	1.79	1.63	1.73	1.76	1.57	0.07	0.05
22	1.23	1.13	0.32	0.28	2.71	2.91	0.33	0.29	1.02	1.07
23	1.23	1.28	2.64	2.66	1.20	1.32	0.51	0.45	0.01	0.01
25	2.13	2.27	1.04	1.01	1.43	1.56	0.02	0.06	0.37	0.35
26mv	1.32	1.37	2.17	2.14	1.12	1.03	0.02	0.07	0.29	0.32
26dv	0.55	0.48	0.61	0.59	1.11	1.09	0.99	1.02	0.28	0.34
26p	0.83	1.03	0.07	0.09	1.09	1.13	0.22	0.24	0.29	0.32
27mv	0.66	0.56	0.41	0.41	0.47	0.50	0.63	0.60	0.04	0.01
27dv	0.96	1.00	0.25	0.18	0.92	0.73	0.48	0.46	0.57	0.52
27p	1.28	1.12	0.36	0.35	0.33	0.38	0.94	0.82	0.01	0.02

Inclinação	17	16	15	13	12	11	21	22	23	25	26	27
1	-0,41	0,46	1,47	12,17	11,92	15,33	15,60	13,67	15,47	7,25	3,86	2,89
2	-5,79	-0,89	-0,57	14,88	22,46	18,50	16,34	20,03	15,37	4,53	1,57	-2,24
3	-3,81	1,34	5,33	12,16	9,05	15,01	16,25	8,72	7,44	0,12	-1,21	-2,77
4	-0,39	4,13	1,11	9,15	5,56	9,47	8,20	0,65	0,66	-2,41	-3,84	-1,87
5	-1,53	1,03	2,54	9,27	10,32	4,79	13,03	8,01	10,90	2,20	-2,01	-3,33
1	-0,13	0,97	0,75	11,94	12,11	15,32	15,08	13,90	15,10	7,03	3,44	2,06
2	-5,56	-0,93	0,13	14,87	22,23	19,00	16,23	20,01	15,65	5,01	2,00	-2,02
3	-3,47	1,29	4,70	11,98	9,11	14,99	15,81	8,99	7,80	0,22	-1,27	-3,28
4	-0,55	4,23	1,18	9,46	5,94	9,19	8,25	0,59	0,40	-1,77	-3,79	-1,75
5	-1,74	1,39	2,25	9,65	10,88	5,35	13,17	8,46	11,07	2,81	-2,03	-3,42

ANEXO A - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Tratamento não cirúrgico do excesso vertical da maxila com mini-implantes

Pesquisador: José Rino Neto

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 01694818.0.0000.0075

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.141.292

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo clínico randomizado que se propoe avaliar o tratamento para pacientes com excesso vertical da maxila com mini implantes ortodonticos. Sera realizado o tratamento em 24 pacientes, e avaliado os resultados do tratamento utilizando sobreposicao de imagens obtidas em tomografia computadorizada. Sera avaliado tambem condicao periodontal, avaliacao da dor e avaliacao da qualidade de vida.

Objetivo da Pesquisa:

- Avaliar por meio de sobreposicoes de tomografias computadorizadas (TCFC) a quantidade de movimento vertical ocorrido apos o periodo de aplicacao das forcas, as alteracoes do osso alveolar e das corticais vestibulares e linguais adjacentes aos dentes movimentados, e possiveis alteracoes no comprimento das raizes dos dentes superiores (anteriores e posteriores).
- Avaliar por meio de sobreposicoes de telerradiografias em norma lateral as alteracoes faciais tegumentares e esqueléticas observadas apos o termino do movimento intrusivo.
- Comparar o tempo de tratamento entre o grupo de estudo onde serao realizadas micro-perfuracoes osseas e o grupo que sera tratado sem micro-perfuracoes.

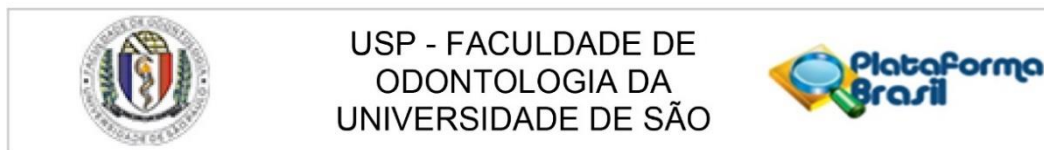
Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos foram descritos e são compatíveis com os benefícios

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante pois apresenta alternativa de menor custo e menos invasivo para o tratamento

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7814 **E-mail:** cepfo@usp.br



Continuação do Parecer: 3.141.292

de

pacientes com excesso vertical da maxila.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram apresentados.

Recomendações:

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados ao CEP-FOUSP relatórios parciais anuais referentes ao andamento da pesquisa e relatório final, utilizando-se da opção "Enviar Notificação" (descrita no Manual "Submeter Notificação", disponível na Central de Suporte - canto superior direito do site www.saude.gov.br/plataformabrasil).

Qualquer alteração no projeto original deve ser apresentada "emenda" a este CEP, de forma objetiva e com justificativas para nova apreciação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

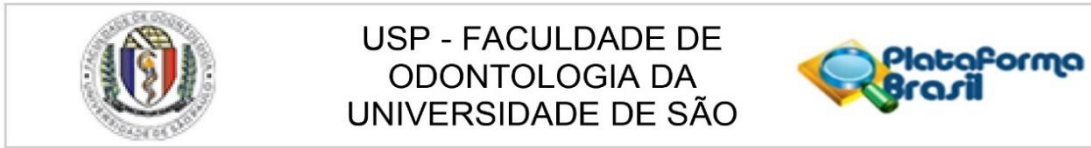
Não há pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1239007.pdf	19/12/2018 16:20:21		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto.pdf	19/12/2018 16:07:47	José Rino Neto	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLepdf.pdf	19/12/2018 16:06:57	José Rino Neto	Aceito
Cronograma	cronograma.pdf	14/11/2018 00:12:37	José Rino Neto	Aceito
Orçamento	tabela_de_custos_CEP.docx	23/10/2018 00:49:27	José Rino Neto	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	autoclinica.jpg	23/10/2018 00:48:32	José Rino Neto	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_assinada_cep.pdf	23/10/2018 00:07:24	José Rino Neto	Aceito

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7814 **E-mail:** cepfo@usp.br



Continuação do Parecer: 3.141.292

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 11 de Fevereiro de 2019

Assinado por:
Décio dos Santos Pinto Junior
(Coordenador(a))

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7814 **E-mail:** cepfo@usp.br

ANEXO B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)



FACULDADE DE ODONTOLOGIA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ORTODONTIA E ODONTOPEDIATRIA

Página 1/5

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título da pesquisa: **“Tratamento não cirúrgico do excesso vertical da maxila com mini-implantes.”**

Pesquisadores Responsáveis:

Anita Carolina L Ribeiro – odontoanita@uol.com.br

Alexandre Purcino Nogueira – alexandrepurcino@uol.com.br

Prof.Dr. José Rino Neto - jrneto@usp.br

Este é um convite para você participar da pesquisa “Tratamento não cirúrgico do excesso vertical da maxila com mini-implantes” a qual tem como objetivo corrigir o excesso de gengiva que aparece durante o sorriso por meio de aparelho fixo e acessórios (mini-implantes) ortodônticos sem a necessidade de procedimento cirúrgico em hospital. Nesse estudo vamos avaliar as alterações do perfil facial e as alterações das raízes dos dentes decorrentes do tratamento ortodôntico; e comparar o tempo de tratamento por meio de uma técnica de aceleração do movimento dos dentes.

Essa técnica pouco invasiva de acelerar o movimento dos dentes já foi testada anteriormente e provou ser eficaz em acelerar a movimentação dentária em até 4 (quatro) vezes. Para que essa aceleração do movimento ocorra serão necessárias pequenas perfurações superficiais na gengiva entre cada raiz dos dentes do arco superior, sempre com anestesia local, de tal forma que não haverá grande sangramento e nem dor. Os cuidados pós-procedimento são simples, como fazer bochechos com antisséptico comum e caso seja necessário, o uso de analgésicos.

Para corrigir o excesso de exposição de gengiva durante o sorriso e muitas vezes a dificuldade de fechar a boca (falta de selamento labial) serão necessários instalar alguns acessórios ortodônticos:

- Aparelho Fixo: tanto nos dentes superiores quanto nos dentes inferiores,
- Barra Transpalatina: uma barra confeccionada com fio de aço que ficará no céu da boca e apoiada nos dentes dos fundos,
- Mini-Implantes: são mini-parafusos que serão instalados e rosqueados, sendo 2 no céu da boca e 2 na região anterior dos dentes de cima, sempre com aplicação de anestesia local,

Rubrica Participante

Rubrica Pesquisador



FACULDADE DE ODONTOLOGIA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
 DEPARTAMENTO DE ORTODONTIA E ODONTOPEDIATRIA

- Elastômero corrente: são elásticos unidos em formato semelhantes a uma corrente (em cadeia), que serão amarrados no fio do aparelho superior e na Barra Transpalatina e esticados até os mini-implantes. Esses elásticos quando ativados possuem forças suficientes de intrusão simultânea (movimentar para cima) de todos os dentes da arcada superior.

Essas ativações serão feitas mensalmente até se obter o resultado desejado.

Todos os participantes dessa pesquisa terão o sorriso gengival tratado com os mesmos acessórios ortodônticos, porém alguns indivíduos escolhidos aleatoriamente (**POR SORTEIO**) serão submetidos à técnica de aceleração do movimento dentário.

Será realizada periodicamente avaliação da condição da saúde da gengiva dos participantes por um especialista da área, a fim de controlar possíveis inflamações nos tecidos de suporte aos dentes. Esse controle gengival é indolor e será realizado na FOUSP, clínica de ortodontia corretiva, sem nenhum custo ao participante.

Ciente desta explicação acima e por meio deste documento declaro que fui informado que:

1. Para este estudo será necessária a realização de documentações ortodônticas que incluem os seguintes exames: anamnese e exame clínico, moldagens das arcadas dentárias para a obtenção de modelos de gesso, fotografias extra e intraorais e radiografias (telerradiografia lateral, panorâmica e periapicais). São exames de rotina, imprescindíveis para diagnosticar os problemas ortodônticos bem como para planejar o tratamento necessário.

2. As documentações ortodônticas, incluindo os exames de imagem, serão realizadas duas vezes, uma no início (documentação inicial) e outra ao término do tratamento (documentação final). Estas documentações são protocolos de qualquer tratamento ortodôntico convencional e realizados em um Instituto de Radiologia Odontológica especializado. Entre estes exames, serão requisitados também Tomografia Computadorizada, em local e por maquinário indicados pelos pesquisadores. Esses exames serão arcados pelos autores da pesquisa.

3. Os exames mencionados serão realizados de acordo com as normas de proteção biológica individual, preconizadas internacionalmente. A dosagem radiológica a que o participante da pesquisa será exposto traz riscos mínimos para saúde, uma vez que será utilizada proteção individual.

Rubrica Participante

Rubrica Pesquisador



FACULDADE DE ODONTOLOGIA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
 DEPARTAMENTO DE ORTODONTIA E ODONTOPEDIATRIA

4. Serão aplicados aos participantes da pesquisa dois tipos de questionários para identificarmos se houve desconforto ou dor durante o tratamento ortodôntico e possíveis alterações no seu bem estar e qualidade de vida.

5. O tratamento ortodôntico será realizado na Clínica de Ortodontia Corretiva, da disciplina de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo - FOU SP. Serão dadas orientações para os participantes da pesquisa sobre os cuidados para a manutenção do aparelho em funcionamento, bem como de higiene bucal. O participante da pesquisa deverá comparecer às sessões de montagem dos aparelhos e às consultas de controle do tratamento, sempre que requisitado pelo pesquisador responsável. No geral, o participante da pesquisa permanecerá em atendimento por um tempo que pode variar entre 30 minutos e 1 hora e meia, e deverá retornar em intervalos de 15 ou 30 dias. No entanto, este tempo pode variar conforme seu tipo de caso e etapa do tratamento.

6. Durante a participação nesta pesquisa os riscos a que você será submetido são comuns a qualquer tratamento ortodôntico como aparecimento de cáries, manchas dentárias, reabsorção radicular e inflamações na gengiva. Pode haver algum desconforto durante a aplicação da anestesia local e dependendo da sensibilidade dolorosa individual, pequena dor localizada na região das perfurações ósseas podem ocorrer. Para controle da dor, se houver necessidade, a administração de analgésicos é suficiente. É fundamental que você siga as orientações de higiene e assepsia bucal que serão lhe ensinadas para que não ocorra infecção no local das perfurações e problemas inflamatórios na gengiva, como também diminuição dos riscos de se ter cáries e manchas nos dentes.

7. O procedimento padrão mais utilizado hoje em dia para correção do sorriso gengival por excesso vertical da maxila é a cirurgia ortognática, porém a morbidade cirúrgica, a necessidade de internação hospitalar e os custos envolvidos no processo limitam a adesão do paciente a esse tipo de tratamento. Sendo assim, o maior benefício de participar desta pesquisa será a diminuição do sorriso gengival sem precisar passar por procedimentos cirúrgicos invasivos. Existe ainda a possibilidade de aceleração do movimento dentário, ou seja, diminuir o tempo de tratamento. Será garantido ao participante da pesquisa todo o tratamento ortodôntico até a máxima correção dos problemas de oclusão, devolvendo harmonia funcional e estética. Além disso, sua contribuição à ciência e ao conhecimento é imensurável, pois terá oportunidade de disseminar através de sua participação, de uma nova técnica para correção do sorriso gengival e para a redução do tempo de tratamento ortodôntico em casos específicos.

Rubrica Participante

Rubrica Pesquisador



FACULDADE DE ODONTOLOGIA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
 DEPARTAMENTO DE ORTODONTIA E ODONTOPEDIATRIA

Página 4/5

8. Lembre-se: se o participante da pesquisa não comparecer (faltar sem justificativa) a 3 sessões agendadas, consecutivas ou intermitentes, poderá acontecer seu desligamento da pesquisa, sem ônus algum para os autores.
9. O participante da pesquisa não terá nenhum gasto com o aparelho e os acessórios a serem colocados, nem ressarcimento financeiro pela sua participação. Nenhuma bonificação monetária resultará de sua participação.
10. Eu concordo e concedo a FOUSP e aos pesquisadores responsáveis totais direitos quanto ao uso do material coletado, com finalidade de ensino e divulgação, tais como: estudos e apresentações em congressos, publicações em revistas científicas nacionais e internacionais.
11. O participante da pesquisa tem a plena liberdade de retirar o seu consentimento a qualquer momento da pesquisa, sendo que esta decisão não gerará prejuízo ao tratamento em caso de desistência da pesquisa e não haverá penalização por parte dos pesquisadores.
12. É assegurado ao participante da pesquisa indenização em caso de danos decorrentes da pesquisa.
13. Todos os dados fornecidos aos pesquisadores serão mantidos em confidência e sigilo absoluto, para assegurar sua privacidade, sendo apenas de conhecimento dos pesquisadores responsáveis.
14. Em caso de interrupção do estudo o participante da pesquisa receberá a assistência que for adequada, de forma gratuita, pelo tempo que for necessário.
15. Qualquer dúvida a respeito da pesquisa e do tratamento ortodôntico, você poderá entrar em contato com: Anita Ribeiro e Alexandre Nogueira e-mail evm.fousp@gmail.com ou ainda com a secretaria de Ortodontia, telefone 3091-7892, Universidade de São Paulo: Av Prof Lineu Prestes, 2227, São Paulo.
16. Em caso de dúvidas sobre ética da pesquisa contatar o Comitê de Ética em Pesquisa (Seres Humanos) Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo Av. Prof. Lineu Prestes, 2227 – 05508-000 – São Paulo – SP Fone: (11) 3091.7960 – E-mail: cepfo@usp.br - Horário de Funcionamento: segunda a sexta-feira das 09h às 12h e de 14h às 16h (exceto feriados e recesso universitário). O Comitê é um colegiado interdisciplinar e independente, de relevância pública, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. (Resolução CNS nº 466 de 2012)

Rubrica Participante

Rubrica Pesquisador



FACULDADE DE ODONTOLOGIA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ORTODONTIA E ODONTOPEDIATRIA

Minha assinatura indica que eu decidi em participar da pesquisa como voluntário e que li e entendi todas as informações acima explicadas.

Este documento foi elaborado em duas vias de igual teor, permanecendo uma com o pesquisador responsável e a outra com o participante da pesquisa.

São Paulo, ___/___/___

Nome do participante da pesquisa: _____

Assinatura do Participante da Pesquisa _____

Nome do pesquisador responsável: Anita C L Ribeiro

Telefone:

Assinatura

Nome do pesquisador responsável: Alexandre P Nogueira

Telefone:

Assinatura