



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



João Paulo Schwartz

Avaliação tomográfica das alterações dentárias induzidas pelo aparelho Herbst

Araraquara

2018



UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Odontologia de Araraquara



João Paulo Schwartz

Avaliação tomográfica das alterações dentárias induzidas pelo aparelho Herbst

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara para obtenção do título de Doutor em Ciências Odontológicas, na Área de Ortodontia.

Orientador: Prof. Dr. Dirceu Barnabé Ravelli

Araraquara

2018

Schwartz, João Paulo

Avaliação tomográfica das alterações dentárias induzidas pelo aparelho Herbst / João Paulo Schwartz -- Araraquara: [s.n.], 2018

64 f. ; 30 cm.

Tese (Doutorado em Ciências Odontológicas) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia

Orientador: Prof. Dr. Dirceu Barnabé Ravelli

1. Tomografia computadorizada de feixe cônico 2. Avanço mandibular 3. Técnicas de movimentação dentária I. Título

João Paulo Schwartz

Avaliação tomográfica das alterações dentárias induzidas pelo aparelho Herbst

Comissão julgadora

**Tese para obtenção do grau de Doutor em Ciências Odontológicas, na Área de
Ortodontia**

Presidente e Orientador.....Prof. Dr. Dirceu Barnabé Ravelli
2º Examinador.....Profª. Dra. Lídia Parsekian Martins
3º Examinador.....Prof. Dr. Ary dos Santos Pinto
4º Examinador.....Profª. Dra. Daniela Gamba Garib Carreira
5º Examinador.....Prof. Dr. Ulisses Coelho

Araraquara, 14 de setembro de 2018.

DADOS CURRICULARES

João Paulo Schwartz

NASCIMENTO: 18/12/1985 - Curitiba - Paraná

FILIAÇÃO: Humberto Osvaldo Schwartz

Norma Marli Dillenburg Schwartz

Formação Acadêmica

2003-2007: Graduação em Odontologia - Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)

2010-2012: Especialização em Ortodontia - Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo (HRAC-USP)

2012-2014: Mestrado em Ciências Odontológicas, Área de Ortodontia - Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FOAr-UNESP)

2015-2018: Doutorado em Ciências Odontológicas, Área de Ortodontia - Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FOAr-UNESP)

2017-2017: Doutorado Sanduíche, Bundesrepublik Deutschland, Medizin, Uniklinikum Gießen and Marburg, Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Universitätsklinikum Kieferorthopädie, Justus-Liebig-Universität Gießen (JLU-UKGM-KFO)

Dedico este trabalho aos meus pais **Humberto** e **Norma**, ao meu irmão **Humberto** e sua esposa **Maria**, e ao meu afilhado **Lucas**.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FOAr-UNESP), na pessoa da sua Diretora Profa. Dra. Elaine Maria Sgavioli Massucato, e ao Curso de Pós-graduação em Ciências Odontológicas, na pessoa da sua Coordenadora Profa. Dra. Fernanda Lourenção Brighenti.

Aos docentes da Disciplina de Ortodontia FOAr-UNESP, Prof. Dr. Ary dos Santos Pinto, Prof. Dr. João Roberto Gonçalves, Profa. Dra. Lídia Parsekian Martins, Prof. Dr. Luiz Gonzaga Gandini Júnior, Prof. Dr. Maurício Tatsuei Sakima e em especial Prof. Dr. Dirceu Barnabé Ravelli.

Aos funcionários do Departamento de Clínica Infantil, da Seção de Pós-graduação, da Biblioteca e aos colegas do Curso de Pós-graduação FOAr-UNESP.

Aos docentes, funcionários e colegas da Justus-Liebig-Universität Gießen (JLU-UKGM-KFO), em especial a chefe do Departamento de Ortodontia Profa. Dra. Sabine Ruf.

Aos funcionários e profissionais do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo (HRAC-USP), em especial Prof. Omar Gabriel da Silva Filho e Profa. Dra. Daniela Gamba Garib Carreira.

Aos docentes da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Prof. Dr. Ulisses Coelho, Prof. Dr. Emílgio Enrique Orellana Jimenez e em especial Prof. Dr. Joane Augusto de Souza Junior, Prof. Dr. Vitoldo Antônio Kozłowski Júnior e Profa. Dra. Elizabete Brasil dos Santos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, código de financiamento: 001; PDSE, nº processo: 88881.133389/2016-01), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, nº processo: 2010/17934-8) e a todos aqueles que colaboraram para a execução deste trabalho.

Agradeço a toda minha família e amigos. Muito obrigado a todos.

“INCENSO FOSSE MÚSICA
isso de querer
ser exatamente aquilo
que a gente é
ainda vai
nos levar além.”
Paulo Leminski¹.

Schwartz JP. Avaliação tomográfica das alterações dentárias induzidas pelo aparelho Herbst [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2018.

RESUMO

Este estudo avaliou quantitativamente as alterações dentárias induzidas pelo aparelho Herbst imediatamente após o tratamento. Amostra composta por 23 indivíduos brasileiros (12 do gênero masculino e 11 do gênero feminino), média de idade $15,76 \pm 1,75$, Padrão II com deficiência mandibular, apresentando má oclusão Classe II, divisão 1. Alterações na inclinação dos incisivos inferiores, no trespasse horizontal, no trespasse vertical, na inclinação dos caninos inferiores, na distância intercanino inferior, no perímetro, no comprimento e na largura das arcadas dentárias superior e inferior foram avaliadas por meio de tomografias computadorizadas de feixe cônico realizadas antes e após o tratamento com aparelho Herbst. O erro do método foi determinado pelo Coeficiente de Correlação Intraclasse e o Teste Shapiro-Wilk avaliou a distribuição normal. O Teste t de Student e o Teste T de Wilcoxon compararam as amostras dependentes nos casos paramétricos e não paramétricos, respectivamente. O Teste t de Student para amostras independentes foi utilizado para a comparação entre os gêneros e os coeficientes de correlação de Pearson e de Spearman foram calculados para avaliar associações entre as alterações dentárias. Os resultados foram considerados para um nível de significância de 5%. Houve diferença significativa com aumento da inclinação dos incisivos inferiores e diminuição do trespasse horizontal e do trespasse vertical. Os caninos inferiores não apresentaram diferença significativa para inclinação e para a distância intercanina na cúspide e no ápice. O comprimento da arcada aumentou e diminuiu significativamente na maxila e na mandíbula, respectivamente. Houve diferença significativa com aumento do perímetro para arcada superior e para arcada inferior feminina. A largura da arcada superior aumentou significativamente para o primeiro pré-molar, segundo pré-molar e primeiro molar masculino. A avaliação tridimensional das alterações dentárias demonstrou que o aparelho Herbst, imediatamente após o tratamento, aumenta a inclinação dos incisivos inferiores, diminui o trespasse horizontal, o trespasse vertical, não altera a inclinação dos caninos inferiores, a distância intercanina inferior e, na arcada dentária superior, aumenta o comprimento, o perímetro, a largura para primeiro pré-molar, segundo pré-molar, primeiro molar masculino e, na arcada dentária inferior, diminui o comprimento e aumenta o perímetro feminino.

Palavras-Chave: Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. Avanço Mandibular. Técnicas de Movimentação Dentária.

Schwartz JP. Tomography evaluation of dental changes induced by Herbst appliance [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2018.

ABSTRACT

This study evaluated quantitatively the dental changes induced by Herbst appliance immediately after the treatment. Sample consisted of 23 patients (12 men, 11 women), mean ages of 15.76 ± 1.75 years, presenting Class II, division 1 and mandibular deficiency. Changes in the mandibular incisor inclination, overjet, overbite, mandibular canine inclination, mandibular intercanine distance, perimeter, length and width of maxillary and mandibular dental arches were evaluated by means of cone-beam computed tomography images obtained before and after Herbst treatment. Intraclass Correlation Coefficient evaluated the error of method. Student's t-Test and Wilcoxon t-Test were used to compare dependent samples in parametric and non-parametric cases, respectively, after the data had been tested for normality with the Shapiro-Wilk Test. Student's independent t-Tests was used for gender comparison and Pearson's and Spearman's rank correlation analyses were performed to determine the relationship between the dental changes. Results were considered at a significance level of 5%. There was significantly increase in the mandibular incisor inclination and decrease in the overjet and overbite. The mandibular canine showed no statistical significance in the inclination and intercanine distance at the cusp and apex levels. The length increased and decreased significantly in the maxillary and mandibular dental arches, respectively. There was significantly increase in the maxillary and female mandibular dental arches perimeter. The maxillary dental arch width increased significantly in the first premolar, second premolar and male first molar. The three-dimensional evaluation of dental changes showed that Herbst appliance, immediately after the treatment, increase mandibular incisor inclination, decrease overjet, overbite, do not change the mandibular canine inclination, mandibular intercanine distance and, in the maxillary arch, increase length, perimeter, width in the first premolar, second premolar and male first molar and, in the mandibular arch, decrease length and increase female perimeter.

Keywords: Cone-Beam Computed Tomography. Mandibular Advancement. Tooth Movement Techniques.

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 10 |
| 2 | PROPOSIÇÃO..... | 13 |
| 3 | REVISÃO DA LITERATURA..... | 14 |
| 4 | MATERIAL E MÉTODO..... | 20 |
| 5 | RESULTADO..... | 30 |
| 6 | DISCUSSÃO..... | 44 |
| 7 | CONCLUSÃO..... | 53 |
| | REFERÊNCIAS..... | 54 |
| | ANEXO A - CERTIFICADOS COMITÊ DE ÉTICA..... | 61 |

1 INTRODUÇÃO

Um progresso no diagnóstico do complexo craniofacial ocorreu com a introdução da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) no final da década de 1990, simultaneamente por Mozzo et al.² na Itália e Arai et al.³ no Japão. Isto gerou interesse na avaliação do complexo craniofacial por meio desta nova técnica de imagem⁴.

Esse método de diagnóstico fornece imagens tridimensionais das estruturas do complexo craniofacial com custo mais baixo, doses de radiação mais baixas, aquisição de imagem mais fácil, maior acurácia, redução de artefatos, tempo de escaneamento mais rápido e melhor custo-benefício que as tomografias computadorizadas convencionais usadas em Medicina⁵⁻⁸.

Com a rápida evolução dos aparelhos e softwares que utilizam a TCFC, medidas mais reais foram obtidas na reformatação tridimensional (3D) e a imagem espacial das estruturas craniofaciais pode ser produzida, sendo as estruturas internas observadas independentemente das estruturas externas⁹. Devido a este fato, a TCFC tem se desenvolvido na área da Ortodontia.

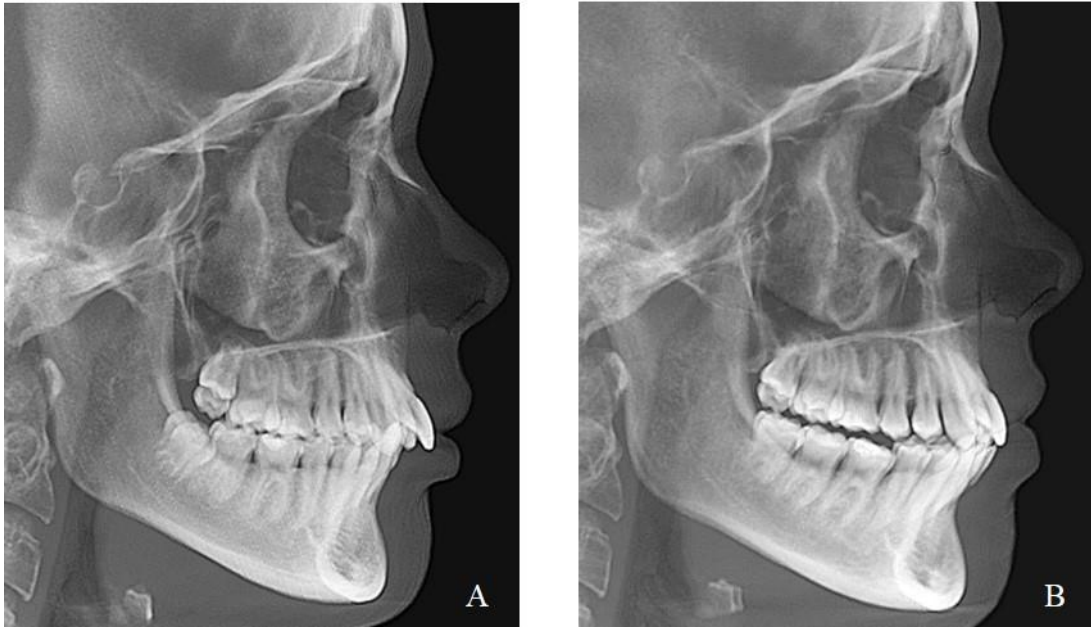
O tratamento da má oclusão de Classe II sofre influência de fatores como protocolo de tratamento, severidade da má oclusão, idade do paciente, seu grau de colaboração com o tratamento e, considerando-se os protocolos de tratamento, a Classe II pode ser tratada com ou sem extrações¹⁰. A utilização do aparelho Herbst durante um período de seis a oito meses corrige a má oclusão de Classe II por meio de efeitos dentários e esqueléticos, os quais estão amplamente descritos na literatura^{11,12} (Figuras 1, 2 e 3).

O avanço anterior da mandíbula realizado pelo aparelho Herbst estimula o crescimento mandibular, inibe o crescimento maxilar, corrige o trespasse horizontal, o trespasse vertical e a má oclusão de classe II por meio da distalização dos molares superior, mesialização dos molares inferiores e protrusão dos incisivos inferior^{13,14}. A maturidade esquelética do paciente, a quantidade de avanço mandibular no início do tratamento, a relação sagital e a relação vertical das arcadas dentárias são fatores importantes que influenciam no resultado do tratamento com o aparelho Herbst¹⁵.

A literatura relata diversas formas de ancoragem para o aparelho Herbst como bandas soldadas a aparelhos expansores, bandas soldadas a barras transpalatinas, esplintes de acrílico colado ou removível, esplinte metálico fundido, esplinte metálico fundido modificado, coroas de aço, bandas com arco lingual de Nance, associadas ou não a bráquetes e fios de nivelamento^{16,17}. Entretanto, independentemente do tipo de ancoragem utilizado, nem mesmo

com o uso da ancoragem esquelética, a posição dos incisivos inferiores pode ser controlada, sendo que a escolha do modelo de ancoragem do aparelho Herbst é dependente da necessidade individual do paciente e das metas terapêuticas definidas pelo Ortodontista^{11,18}.

Figura 1 - Alterações dentárias induzidas pelo aparelho Herbst. Réplicas de telerradiografias em norma lateral reformatadas da TCFC antes (A) e após o tratamento (B)



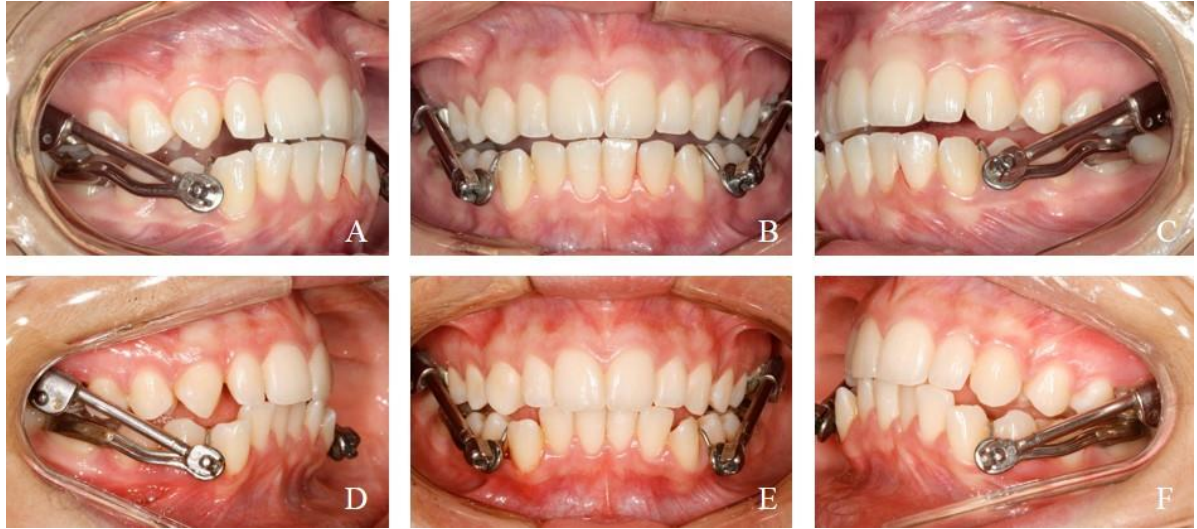
Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 2 - Alteração dentária induzida pelo aparelho Herbst. Vista sagital do incisivo inferior na TCFC antes (A) e após o tratamento (B)



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 3 - Fotografias intrabucais do aparelho Herbst após a instalação (A, B e C) e prévio a remoção (D, E e F)



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Avaliações tridimensionais das movimentações dentárias ocasionadas pelo tratamento ortodôntico fazem parte das aplicações da TCFC^{19,20}. O conhecimento das alterações dentárias induzidas pelo aparelho Herbst é de suma importância e não há relatos na literatura de estudos utilizando a TCFC na sua avaliação. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar tridimensionalmente as alterações na inclinação dos incisivos inferiores, no trespasse horizontal, no trespasse vertical, na inclinação dos caninos inferiores, na distância intercanina inferior, no comprimento, no perímetro e na largura das arcadas dentárias superior e inferior induzidas pelo aparelho Herbst imediatamente após o tratamento.

2 PROPOSIÇÃO

O presente estudo avaliou quantitativamente, por meio da TCFC, as alterações na inclinação dos incisivos inferiores, no trespasse horizontal, no trespasse vertical, na inclinação dos caninos inferiores, na distância intercanino inferior, no comprimento, no perímetro e na largura das arcadas dentárias superior e inferior, ou seja, alterações dentárias induzidas pelo aparelho Herbst imediatamente após o tratamento, em pacientes Padrão facial II com deficiência mandibular e má oclusão Classe II, divisão 1 de Angle.

3 REVISÃO DA LITERATURA

A TCFC é um método de diagnóstico por imagem que utiliza a radiação X e permite a obtenção da reprodução de uma secção do corpo humano em quaisquer uns dos três planos do espaço⁶. Estes planos são utilizados como pontos de referência para descrever a posição e a direção das estruturas. Diferentemente das radiografias convencionais, que projetam em um só plano todas as estruturas radiografadas, a TCFC evidencia as relações estruturais do corpo humano em profundidade⁶. A TCFC favorece a delimitação de irregularidades tridimensionalmente com uma definição admirável, principalmente dos tecidos mineralizados, e permite enxergar todas as estruturas em camadas²¹.

A reformatação 3D promove infinitas perspectivas. Medidas craniométricas a partir da TCFC são ferramentas poderosas de diagnóstico com diversas vantagens, como uma avaliação volumétrica dos tecidos da cabeça em tamanho real e sem nenhuma sobreposição de estruturas anatômicas, imitando a anatomia do corpo humano em forma de imagem^{6,22}.

Os atuais aparelhos de TCFC se assemelham aos aparelhos de radiografia panorâmica, sendo que, na maioria das vezes, o paciente é posicionado sentado. Este aparelho possui dois componentes principais posicionados em extremos opostos da cabeça do paciente, a fonte ou tubo de raios X, responsável por emitir um feixe em forma de cone, e o detector de raios X. Este sistema realiza somente um giro de até trezentos e sessenta graus (°) em torno da cabeça do paciente e a cada grau o aparelho adquire uma imagem base da cabeça do paciente, sob diferentes ângulos ou perspectivas^{6,22}.

Ao final as imagens base são reformatadas através de um sofisticado programa de algoritmos instalado em um computador convencional ligado ao tomógrafo, gerando uma imagem volumétrica 3D por meio de um software específico. O exame tem duração de dez a setenta segundos, uma volta completa do sistema, porém o tempo de exposição efetivo aos raios X fica entre três a seis segundos^{6,22}.

Os programas de TCFC permitem a reconstrução dos cortes multiplanares, processando imagens axiais, coronais, sagitais e parassagitais. Alguns programas ainda permitem reformatações tridimensionais e réplicas de radiografias convencionais como a panorâmica, a telerradiografia em norma lateral e frontal^{6,22}.

Para que a TCFC possa ser utilizada com segurança pelos profissionais é necessário à avaliação das medidas lineares quanto à precisão e acurácia. Uma medida é dita precisa, quando é reprodutível intra ou interexaminadores, isto é, cujos valores são semelhantes em cada medição. A precisão, também denominada reprodutibilidade, confiabilidade ou consistência, é

afetada pelo erro aleatório e quanto maior o erro, menos precisa é a medida²³. A acurácia de uma medida é melhor avaliada quando comparada a uma técnica de referência já considerada acurada, padrão-ouro. A acurácia de uma variável é a sua capacidade de representar realmente o que deveria representar, ou seja, quando se aproxima do seu valor verdadeiro²⁴.

A literatura demonstra variabilidade de resultados em relação a acurácia e precisão, os quais podem ser explicados pelas diferenças nos tomógrafos utilizados na aquisição das imagens e nos softwares empregados para realização de mensurações. Cada tomógrafo apresenta características próprias quanto ao posicionamento do paciente, escaneamento, tempo de reconstrução, tipo de detector de imagem, campo de visão, resolução e dose de radiação²⁵.

O voxel é o volume total da área escaneada e apresenta um formato cilíndrico de tamanho variável conforme a marca do aparelho²⁶. Na TCFC o voxel é isométrico, ou seja, apresenta altura, largura e profundidade de iguais dimensões²⁷. Cada voxel tem um valor, brilho ou escala de cinza, que representa a densidade de raios X da estrutura correspondente²². A resolução do voxel pode influenciar na precisão das mensurações nos cortes multiplanares e principalmente na reformatação 3D.

O tamanho do voxel influencia em termos de qualidade, escaneamento e reformatações das imagens da TCFC²⁸. A definição da imagem da TCFC está relacionada à espessura do voxel, menor unidade da imagem, quanto menor a espessura do voxel maior a definição da imagem, porém maior a dose de radiação emitida²⁷. Reduzir a resolução do voxel, aumentando o tamanho do voxel, pode resultar em uma imagem de qualidade inferior e informações menos detalhadas da anatomia da região. A resolução espacial é menor quando o tempo de aquisição é mais rápido e um maior tamanho de voxel é utilizado²⁹. Obtém-se uma resolução mais nítida quando o escaneamento for mais lento e um menor tamanho de voxel for utilizado. Uma resolução maior necessita de um maior tempo de varredura, conseqüentemente expõem o paciente a uma dose de radiação mais elevada e há também aumenta o risco de movimentação do paciente durante o exame²⁶. Além disso, o princípio *as low as reasonably achievable* (ALARA) deve ser utilizado para prescrição da TCFC.

Cada vez mais técnicas imaginológicas são aplicadas no diagnóstico, plano de tratamento, assim como na avaliação dos efeitos de diversas terapias, e, por isso, a TCFC tem se desenvolvido na área da Ortodontia.

As más oclusões do Padrão II se caracterizam pelo degrau sagital aumentado entre a maxila e mandíbula, ou seja, deficiência mandibular e/ou protrusão maxilar independente da relação molar que suas arcadas dentárias apresentem³⁰. Esta discrepância maxilomandibular é considerada a mais frequente na prática ortodôntica, sendo que a deficiência mandibular é a

característica mais comum da relação de Classe II³¹. A prática clínica e as pesquisas têm demonstrado que o aparelho Herbst é efetivo na correção da Classe II em indivíduos com deficiência mandibular, estimulando as estruturas da articulação temporomandibular e induzindo alterações dentoalveolares³²⁻³⁶.

O aparelho Herbst desenvolvido pelo alemão Emil Herbst, inicialmente com o nome de Okklusionsscharnier ou Retentionsscharnier, foi apresentado pela primeira vez no quinto Congresso Internacional de Odontologia de Berlim em 1909. Em 1934 na revista *Zahnärztliche Rundschau*, Emil publicou três artigos relatando sua experiência com o aparelho. Na mesma edição Martin Schwarz, de Viena na Áustria, publicou dois artigos criticando o aparelho Herbst, afirmando que o dispositivo poderia resultar em sobrecarga nos dentes de ancoragem com consequente dano ao periodonto³⁷. Com isso, poucos estudos sobre o aparelho Herbst foram realizados e este caiu em desuso na literatura ortodôntica até ser redescoberto por Pancherz na década de 1970.

Em 1979, Hans Pancherz publicou um artigo chamando a atenção para a utilização do aparelho Herbst no tratamento da Classe II, divisão 1 de Angle^{37,38}. Desde então, o antigo aparelho Herbst foi reintroduzido na prática ortodôntica e diversas pesquisas científicas têm sido realizadas no intuito de esclarecer os efeitos dentários e esqueléticos proporcionados por esse aparelho.

Os dispositivos originais do aparelho Herbst, proposto por Emil Herbst, eram confeccionados em prata ou ouro. A partir da reintrodução deste aparelho por Hans Pancherz, o seu desenho sofreu modificações no sistema de ancoragem, como a utilização de bandas ortodônticas, coroas de aço e esplintes^{16,17,37}.

O aparelho Herbst consiste em um mecanismo telescópico par, idealizado para manter a mandíbula protruída ininterruptamente. Uma vez adaptado o mecanismo telescópico tem a propriedade de arremeter o côndilo permanentemente para frente, em direção a eminência articular, e estabelecer uma articulação artificial entre a maxila e a mandíbula³⁹. O aparelho Herbst promove alterações esqueléticas, estimulando as estruturas da articulação temporomandibular com deposição óssea na região póstero-superior do côndilo e remodelação da cavidade glenóide em crianças e adultos³².

Por ser dento-suportado, o aparelho Herbst também promove alterações dentoalveolares. Os seguintes estudos relatam a distalização dos molares superior: Pancherz¹³; Pancherz³⁸; Croft et al.⁴⁰; McNamara et al.⁴¹; Pancherz e Hansen⁴²; Ursi e McNamara⁴³; Objou e Pancherz⁴⁴. Para Valant e Sinclair⁴⁵, os molares mantêm a sua posição vertical. A intrusão de tais dentes é relatada por McNamara et al.⁴¹. Autores como Pancherz¹³, Pancherz³⁸, Croft et

al.⁴⁰, McNamara et al.⁴¹, Pancherz e Hansen⁴², Ursi e McNamara⁴³, Valant e Sinclair⁴⁵ entendem que os molares inferiores mesializam após o tratamento. Os incisivos inferiores são vestibularizados e/ou protruídos, sendo essa movimentação relatada pelos estudos de Pancherz¹³, Weschler e Pancherz¹⁴, Pancherz³⁸, Pancherz e Hansen⁴², Ursi e McNamara⁴³, Objou e Pancherz⁴⁴, Valant e Sinclair⁴⁵, Ursi et al.⁴⁶, Schütz et al.⁴⁷, von Bremen et al.⁴⁸, Barnett et al.⁴⁹, El-Fateh e Ruf⁵⁰.

Martin e Pancherz¹⁵ quantificaram a alteração da posição dos incisivos inferiores induzida pelo aparelho Herbst em relação a extensão do avanço mandibular realizado. De acordo com o estudo, concluiu-se que quanto maior for o avanço inicial, maior o efeito de intrusão, protrusão e inclinação para vestibular dos incisivos inferiores.

A avaliação dos efeitos do tratamento ortodôntico nos estudos acima foi realizada pelo método tradicional por meio de telerradiografia. As radiografias bidimensionais convencionais não permitem a visualização dos dentes de forma individual devido à sobreposição de imagens.

Ainda que os efeitos induzidos pelo tratamento com o aparelho Herbst estejam extensivamente relatados na literatura há apenas dois estudos que avaliaram as alterações no trespasse horizontal, no trespasse vertical, no perímetro e na largura das arcadas dentárias superior e inferior, os quais foram realizados por meio da análise de modelos de gesso.

O primeiro estudo, Hansen et al.⁵¹, mostrou aumento significativo do perímetro da arcada dentária superior e inferior do pré-tratamento ao pós-tratamento e diminuição contínua do pós-tratamento até o final do crescimento. No mesmo estudo, a largura da arcada dentária na região do molar superior e inferior aumentou e permaneceu inalterada, respectivamente, e a largura na região do canino superior e inferior aumentou e diminuiu, respectivamente, com diferença significativa do pré-tratamento até o final do crescimento. Em relação ao trespasse horizontal ocorreu diminuição significativa do pré-tratamento ao pós-tratamento e aumento do pós-tratamento até seis meses pós-tratamento. O trespasse vertical diminuiu significativamente do pré-tratamento ao pós-tratamento e aumentou do pós-tratamento até o final do crescimento.

O segundo trabalho, Pancherz et al.⁵², mostrou diminuição do perímetro da arcada dentária superior e inferior do pré-tratamento até trinta e dois anos pós-tratamento. A largura do arcada dentária na região do molar superior mostrou diferença significativa com aumento do pré-tratamento até doze meses pós-tratamento e diminuição dos doze meses pós-tratamento até o final do crescimento. A largura na região do molar inferior mostrou diminuição significativa dos doze meses pós-tratamento até o final do crescimento. A largura da arcada dentária na região do canino superior permaneceu inalterada do pré-tratamento até trinta e dois anos pós-tratamento e a largura na região do canino inferior diminuiu continuamente e significativamente

dos doze meses pós-tratamento até o final do crescimento. Quanto ao trespasse horizontal e ao trespasse vertical houve diminuição significativa do pré-tratamento até doze meses pós-tratamento. No entanto, o efeito imediato das alterações dimensionais nas arcadas dentárias induzido pelo aparelho Herbst ainda é controverso.

A TCFC permite a mensuração das dimensões das arcadas dentárias, a qual tradicionalmente é realizada em modelos de gesso⁵³⁻⁵⁸. A determinação do perímetro, comprimento, largura das arcadas dentárias e do tamanho dentário, por meio da TCFC, é rápida, confiável, precisa e não apresenta diferença clinicamente significativa quando comparada com a análise realizada nos modelos de gesso digitalizados^{57,58}. A TCFC pode ser utilizada, ao invés da análise de modelos de gesso convencional ou digital, para a avaliação das dimensões dentárias e, conseqüentemente, da arcada dentária^{56,58}.

Alam et al.⁵⁸ demonstraram uma metodologia para avaliação da análise de Bolton, do perímetro, do comprimento e da largura das arcadas dentárias por meio da TCFC. Shewinvanakitkul et al.⁵⁹ desenvolveram um método para avaliar a inclinação dos caninos inferiores por meio de TCFC, sendo o ângulo formado pela linha tangente a borda inferior da mandíbula e o longo eixo do canino inferior. Os estudos de Hamdan et al.¹⁹ e Grünheid et al.²⁰ avaliaram as alterações induzidas pelo tratamento ortodôntico na inclinação dos caninos inferiores e na distância intercanina inferior, por meio da TCFC, tendo como referência o plano médio sagital (PMS).

A distância intercanina inferior é determinada pela posição dos caninos, ou seja, dependente da inclinação dos caninos inferiores e influencia na estabilidade em longo prazo do tratamento ortodôntico na região dos dentes anteroinferiores^{60,61}. As alterações na distância intercanina induzidas pelo tratamento ortodôntico, durante a fase de contenção e maturacionais, pelo envelhecimento do paciente, estão amplamente descritas na literatura⁶²⁻⁶⁵. Segundo Myser et al.⁶⁶, dentes anteriores inferiores bem posicionados na base óssea apresentam melhor prognóstico de estabilidade em longo prazo. A avaliação da inclinação dos caninos inferiores juntamente com a distância intercanina inferior por meio da TCFC permite um melhor entendimento das alterações dentárias induzidas pelo tratamento com diferentes aparelhos ortodônticos.

A inclinação dentária é importante no diagnóstico, planejamento e resultado final do tratamento ortodôntico^{67,68}. A oclusão normal tratada apresenta uma intercuspidação adequada com ausência de interferências oclusais e correta desocclusão por meio das guias laterais e anterior. Além disso, as inclinações dentárias determinam características dentárias e periodontais, como desgaste dentários e recessão gengival, respectivamente⁶⁹.

Ruf e Pancherz³⁴ afirmam que no estágio pós-puberal o aparelho Herbst apresenta maior efeito dentário que esquelético, ou seja, maiores inclinações dentárias após o tratamento. Segundo Weschler e Pancherz¹⁴, a inclinação para vestibular dos incisivos inferiores ocorre independente do sistema de ancoragem utilizado ser banda ou esplinte, sendo ainda mais acentuada nos casos em que se realiza o alinhamento e nivelamento dos incisivos inferiores prévios ao avanço mandibular. De acordo com Ruf e Pancherz³², quanto maior a idade do paciente tratado com o aparelho Herbst, maior a inclinação dentária durante a movimentação ortodôntica o que aumenta o risco dos dentes se moverem para fora do processo alveolar, podendo reduzir a espessura do osso vestibular. Entretanto, até o presente momento, não há nenhum relato na literatura que comprove dano clinicamente significativo na saúde periodontal dos incisivos inferiores em curto ou longo prazo proveniente da vestibularização e/ou protrusão causada pelo uso do aparelho Herbst⁷⁰⁻⁷³. Por essas razões, o entendimento das inclinações dentárias, juntamente com a quantificação das mudanças nessas inclinações induzidas pela movimentação dentária, são fundamentais para o sucesso do tratamento ortodôntico.

4 MATERIAL E MÉTODO

Estudo retrospectivo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Araraquara (FOAr-UNESP), ofício CEP-FO/CAR número 17/2015, projeto de pesquisa número 62/10 (Anexo A).

Amostra composta por 23 indivíduos brasileiros leucodermas com média de idade $15,76 \pm 1,75$, sendo 12 masculino e 11 feminino. Os critérios de inclusão para seleção da amostra foram: Padrão facial II associado à deficiência mandibular; relação dentária Classe II, divisão 1 de Angle bilateral, igual ou maior que $\frac{1}{2}$ Classe II; presença de dentição permanente completa, exceto terceiros molares; ausência de apinhamento dentário severo nas arcadas dentárias superior e inferior; ausência de problemas transversais; trespasse horizontal maior ou igual a 5 milímetros (mm). Os critérios de exclusão da amostra foram: pacientes síndrômicos; tratamento ortodôntico prévio; padrão de crescimento vertical severo.

Para a determinação do Padrão facial II associado à deficiência mandibular foram consideradas as seguintes características durante a análise facial subjetiva: perfil convexo; ângulo nasolabial normal; lábio inferior evertido; sulco mento labial marcado; ângulo queixo pescoço aberto; linha queixo-pescoço diminuída³⁰ (Figura 4). A análise da oclusão foi realizada nos modelos de estudo, sendo a Classe II, divisão 1 de Angle determinada pela posição sagital dos primeiros molares e dos caninos, igual ou maior que $\frac{1}{2}$ Classe II, e pelo trespasse horizontal igual ou maior que 5mm (Figura 5).

Figura 4 - Padrão facial II associado à deficiência mandibular. Fotografia perfil (A). Perfil aproximado (B)



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 5 - Relação dentária de Classe II, divisão 1 de Angle. Vista lateral direita (A), esquerda (C) e frontal (B). Vista oclusal superior (D) e inferior (E)



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Medidas cefalométricas foram realizadas na reconstrução da telerradiografia em norma lateral^{73,74}. As características dento-esqueléticas dos pacientes antes do tratamento estão na tabela 1. Radiografias carpais prévias ao tratamento foram utilizadas para avaliar a maturidade esquelética da amostra de acordo com o método de Hägg e Taranger⁷⁵. O número total e a porcentagem de casos nos diferentes estágios da maturidade esquelética antes do tratamento foram: 1 (4%) MP3-G; 1 (4%) MP3-H; 4 (17%) R-I; 6 (27%) R-II; 11 (48%) R-J.

Tabela 1 - Características dento-esqueléticas dos pacientes antes do tratamento. Média (\bar{x}) e desvio padrão (DP)

| Medidas Cefalométricas | T0, $\bar{x} \pm DP$ |
|------------------------|----------------------|
| SNA (°) | 81,69 \pm 4,11 |
| SNB (°) | 77,66 \pm 3,88 |
| ANB (°) | 4,34 \pm 2,16 |
| WITS (mm) | 4,49 \pm 2,76 |
| IMPA (°) | 98,39 \pm 7,00 |
| 1.1 (°) | 116,60 \pm 9,99 |

Fonte: Elaboração própria.

O sistema de ancoragem utilizado na arcada superior consistiu de bandas (Universal Morelli), nos primeiros molares superiores, unidas entre si pela barra transpalatina soldada, confeccionada com fio de aço 1,2mm (Dentaurum), afastada 2mm do palato e com extensão à oclusal do segundo molar, fio de aço 1,2mm^{72,73,76} (Figura 6).

Para o sistema de ancoragem na arcada inferior foram utilizadas bandas (Universal Morelli), nos primeiros molares inferiores, unidas entre si por um arco lingual de Nance modificado para Herbst, confeccionado com fio 1,2mm (Dentaurum), afastado 3mm da face lingual dos incisivos. Um cantilever com fio duplo e extensão até a região dos caninos e pré-

molares foi confeccionado com fio de aço 1,2mm e soldado na face vestibular das bandas dos primeiros molares inferiores, sendo a união entre o cantilever e o arco lingual de Nance feita na distal dos caninos, utilizando fio 0,9mm^{72,73,76} (Figura 6).

O mecanismo telescópico utilizado foi o modelo Flip-Lock Herbst[®] (Tp Orthodontics, Inc.) que é constituído pelos conectores, tubos e pistões (Figura 6). Os conectores apresentam formato esférico, sendo soldados na face vestibular das bandas dos primeiros molares superiores e no cantilever, na região dos caninos inferiores. Os tubos determinam a quantidade do avanço mandibular, apresentam um encaixe em forma de círculo e marcadores diferenciados por cores, sendo que o vermelho corresponde ao lado esquerdo e o verde ao direito. Os tubos são engatados aos conectores dos primeiros molares superiores. Os pistões são adaptados ao comprimento dos tubos e em cada pistão há um encaixe circular que se engata ao conector inferior. Os encaixes dos pistões também apresentam uma orientação correta, sendo que o pequeno círculo sobre o encaixe representa a superfície vestibular.

Em relação ao avanço anterior da mandíbula com o aparelho Herbst, foi realizado avanço mandibular único até obtenção da relação de topo a topo dos incisivos (Figura 7). Os pacientes foram tratados na clínica de Ortodontia da Pós-graduação FOAr-UNESP e utilizaram o aparelho Herbst por $8,5 \pm 0,7$ meses, sendo a confecção dos aparelhos executada por um único protético.

Figura 6 - Ancoragem inferior (A) e superior (B) aparelho Herbst. Sistema telescópico Flip-Lock Herbst[®] (Tp Orthodontics, Inc.), (C)



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 7 - Avanço mandibular com aparelho Herbst. Vista lateral direita (A), esquerda (C) e frontal (B)



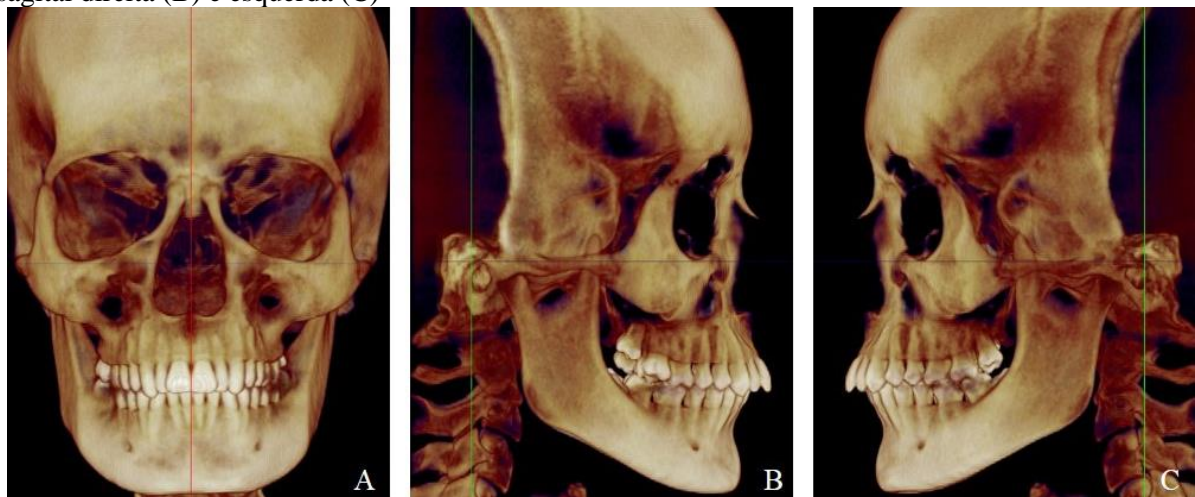
Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Todos os exames de TCFC foram realizados em uma mesma clínica particular da cidade de Araraquara, antes (T0) e após (T1) o tratamento com aparelho Herbst, e obtidos por meio do tomógrafo i-CAT® Classic (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, EUA), seguindo o seguinte protocolo: regime de trabalho de 120 quilovoltagem e 18,45 miliamperagem; campo de visão de 17 centímetros (cm) de diâmetro por 13,5cm de altura; tempo de exposição de 20 segundos; tamanho do voxel 0,4mm. Para realização do exame tomográfico os pacientes se posicionaram sentados e ocluindo em máxima intercuspidação habitual.

Os dados exportados no formato digital imaging and communication in medicine (DICOM) foram avaliados por meio da reconstrução multiplanar (axial, coronal e sagital). O programa Dolphin® Imaging (Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatsworth, Calif., EUA) foi utilizado para avaliação da inclinação dos incisivos inferiores, da inclinação dos caninos inferiores, da distância intercanino inferior, do perímetro, do comprimento, da largura das arcadas dentárias superior e inferior e o programa RadiAnt™ DICOM Viewer (Medixant, Poznan, Poland) para mensuração do trespasse horizontal e do trespasse vertical.

As imagens foram padronizadas na reformatação 3D, a qual permite a rotação e o deslocamento da imagem nos três planos do espaço (sagital, coronal e axial). A orientação da posição da cabeça foi realizada, primeiramente, na vista coronal com a linha do plano sagital coincidindo com a linha média sagital da face e a linha do plano axial tangenciando a borda inferior da órbita direita e esquerda. Na vista sagital direita e esquerda, a linha do plano axial coincide com plano de Frankfurt (pório-orbitário) e a linha do plano coronal tangencia a borda posterior do pório⁷⁶⁻⁷⁸ (Figura 8).

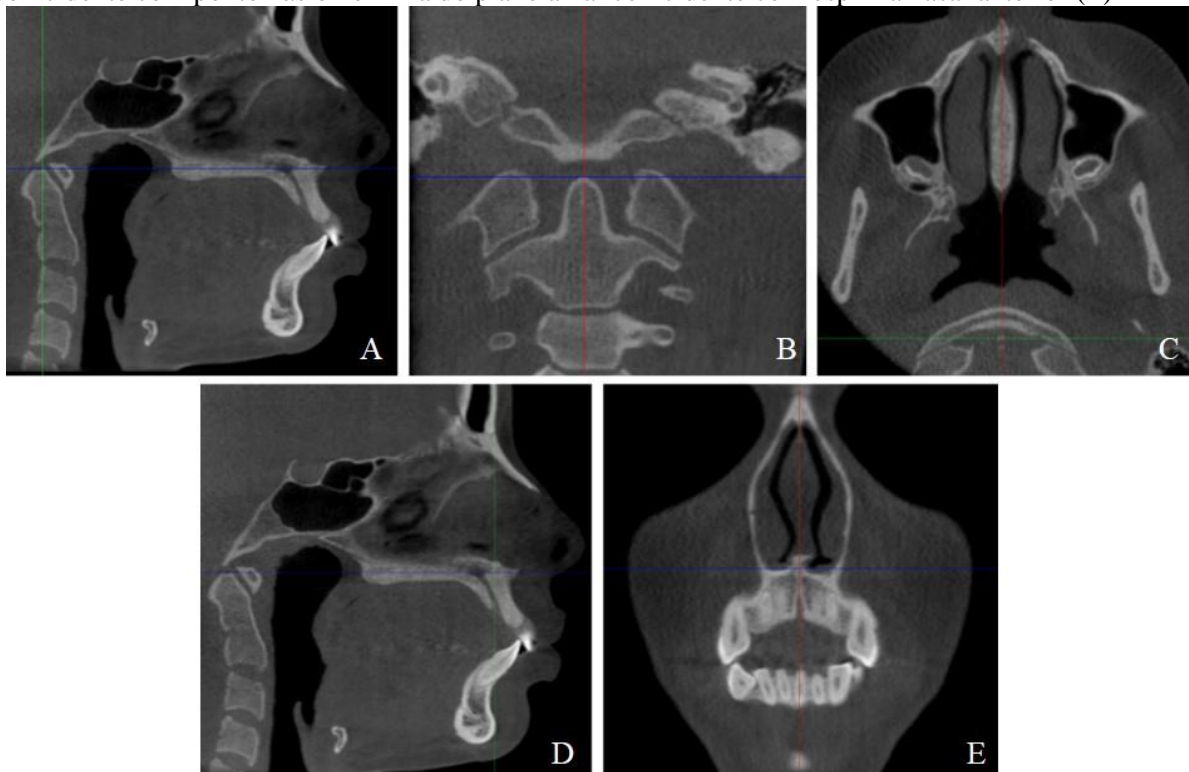
Figura 8 - Padronização do posicionamento das imagens na reformatação 3D. Vista coronal (A), sagital direita (B) e esquerda (C)



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

O PMS, o qual inclui a borda superior do processo odontóide da vertebra áxis, a borda anterior da espinha nasal anterior e o ponto ná시오, foi definido como plano de referência para a análise métrica das imagens tomográficas na reconstrução dos cortes multiplanares e a orientação das imagens tomográficas foi realizada para que o plano sagital coincidissem com o PMS^{19,20} (Figura 9).

Figura 9 - Determinação PMS como plano de referência. Na vista sagital, linhas dos planos coronal e axial coincidentes com borda superior do processo odontóide da vertebra áxis e linha do plano axial, também, coincidente com espinha nasal anterior (A). Na vista coronal, linhas dos planos sagital e axial coincidentes com borda superior do processo odontóide da vértebra áxis (B). Na vista axial, linhas do plano sagital e coronal coincidentes com borda superior do processo odontóide da vértebra áxis e linha do plano sagital, também, coincidente com espinha nasal anterior (C). Na vista sagital, linha do plano coronal movimentada para coincidir com o ponto ná시오 (D). Na vista coronal, linha do plano sagital coincidente com ponto ná시오 e linha do plano axial coincidente com espinha nasal anterior (E)

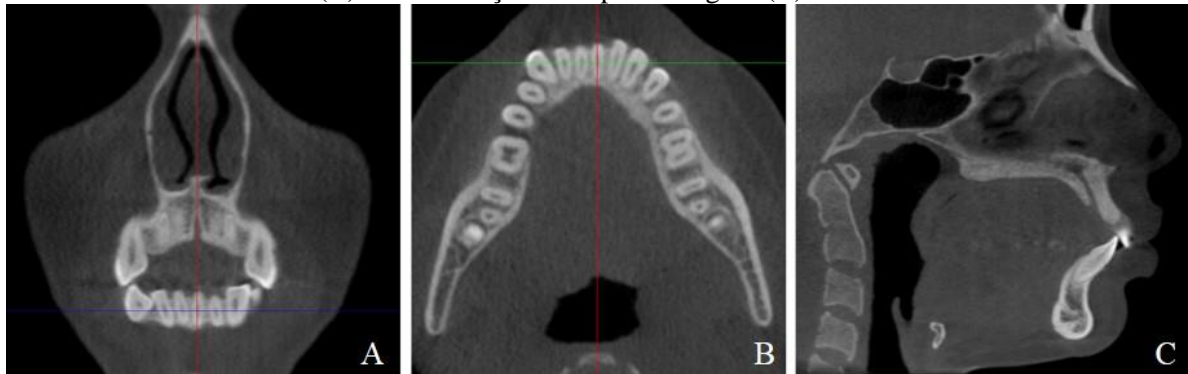


Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Para a avaliação da inclinação dos incisivos inferiores, do trespasse horizontal e do trespasse vertical, após as imagens serem padronizadas na reformatação 3D e orientadas de acordo com o plano de referência, na vista coronal e na axial as linhas dos planos foram posicionadas no centro do incisivo inferior de escolha, sendo a mensuração realizada na reconstrução multiplanar sagital^{19,20} (Figura 10). A medida da inclinação dos incisivos inferiores foi angular de acordo com três pontos, sendo o primeiro ponto demarcado na incisal, o segundo no ápice radicular e o terceiro na intersecção das linhas dos planos axial e coronal, posicionadas na incisal e no ápice radicular, respectivamente (Figura 11). A

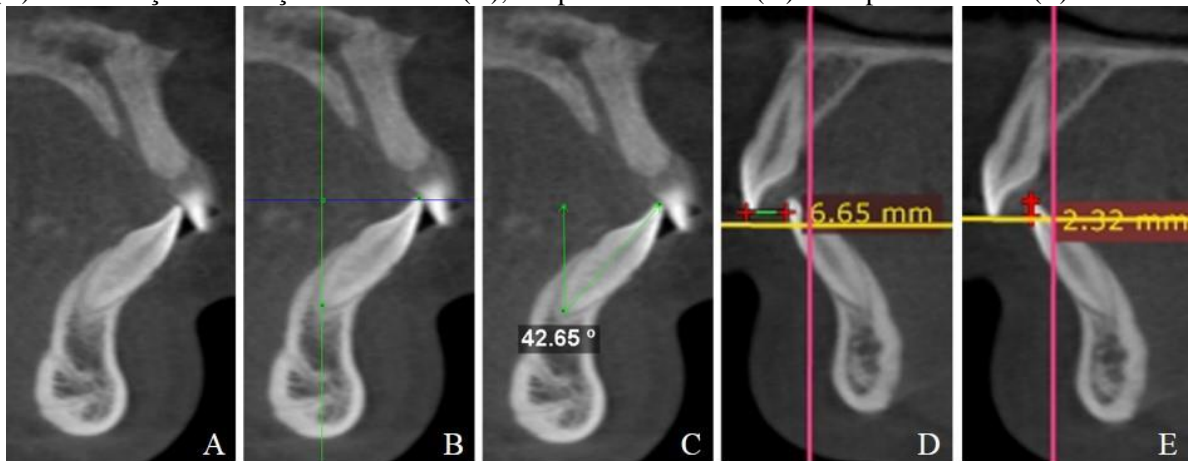
mensuração do trespasse horizontal foi realizada de forma linear, paralela à linha do plano axial, pela união dos pontos demarcados na incisal do incisivo superior e na superfície vestibular do incisivo inferior (Figura 11). A medida do trespasse vertical foi realizada de forma linear, paralela à linha do plano coronal, pela união de dois pontos, sendo um ponto demarcado na incisal do incisivo inferior e um outro ponto na intersecção das linhas dos planos axial e coronal, posicionados na incisal do incisivo superior e na incisal do incisivo inferior, respectivamente (Figura 11).

Figura 10 - Metodologia utilizada para acessar inclinação incisivo inferior, trespasse horizontal e trespasse vertical. Na vista coronal, linhas dos planos sagital e axial posicionadas no centro do incisivo inferior de escolha (A). Na vista axial, linhas dos planos sagital e coronal posicionadas no centro do incisivo inferior de escolha (B). Reconstrução multiplanar sagital (C)



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 11 - Medidas utilizadas para avaliação inclinação do incisivo inferior, trespasse horizontal e trespasse vertical. Reconstrução multiplanar sagital (A). Pontos de referência inclinação do incisivo (B). Mensuração inclinação do incisivo (C), trespasse horizontal (D) e trespasse vertical (E)



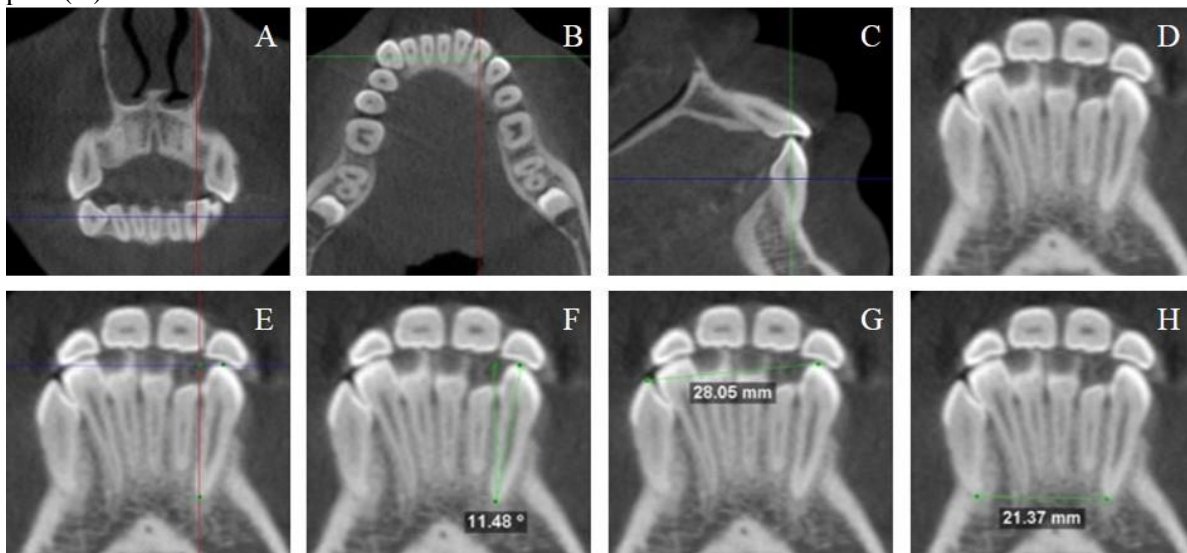
Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Para a avaliação da inclinação dos caninos inferiores e da distância intercanina inferior na cúspide e no ápice, após as imagens serem padronizadas na reformatação 3D e orientadas de acordo com o plano de referência, na vista coronal e na axial as linhas dos planos foram posicionadas no centro do canino de escolha para acessar a inclinação e no centro do canino

esquerdo para acessar a distância intercanina^{19,20} (Figura 12). Na vista sagital, o plano coronal foi ajustado para passar pelo longo eixo do canino, ou seja, ponta de cúspide ao ápice radicular^{19,20,59} (Figura 12).

A mensuração da inclinação dos caninos inferiores e da distância intercanina inferior na cúspide e no ápice foi realizada na reconstrução multiplanar coronal (Figura 12). A medida da inclinação do canino foi angular de acordo com três pontos, sendo o primeiro ponto demarcado na ponta da cúspide, o segundo no ápice radicular e o terceiro na intersecção das linhas dos planos axial e sagital, posicionadas na ponta da cúspide e no ápice radicular, respectivamente^{19,20} (Figura 12). Valor positivo ou negativo foi atribuído a inclinação dos caninos de acordo com a posição da ponta da cúspide estar localizada lateral (+) ou medial (-) em relação ao ápice radicular, respectivamente. A mensuração da distância intercanina na cúspide e no ápice foi realizada de forma linear pela união dos pontos demarcados nas pontas de cúspides e nos ápices radiculares dos caninos, respectivamente^{19,20} (Figura 12).

Figura 12 - Metodologia utilizada para acessar inclinação canino inferior e distância intercanina inferior na cúspide e no ápice. Na vista coronal, linhas dos planos sagital e axial posicionadas no centro do canino de escolha (A). Na vista axial, linhas dos planos sagital e coronal posicionadas no centro do canino de escolha (B). Na vista sagital, linha do plano coronal coincidente com longo eixo do canino (C). Reconstrução multiplanar coronal (D). Pontos de referência inclinação do canino (E). Mensuração inclinação do canino (F), distância intercanina na cúspide (G) e distância intercanina no ápice (H)



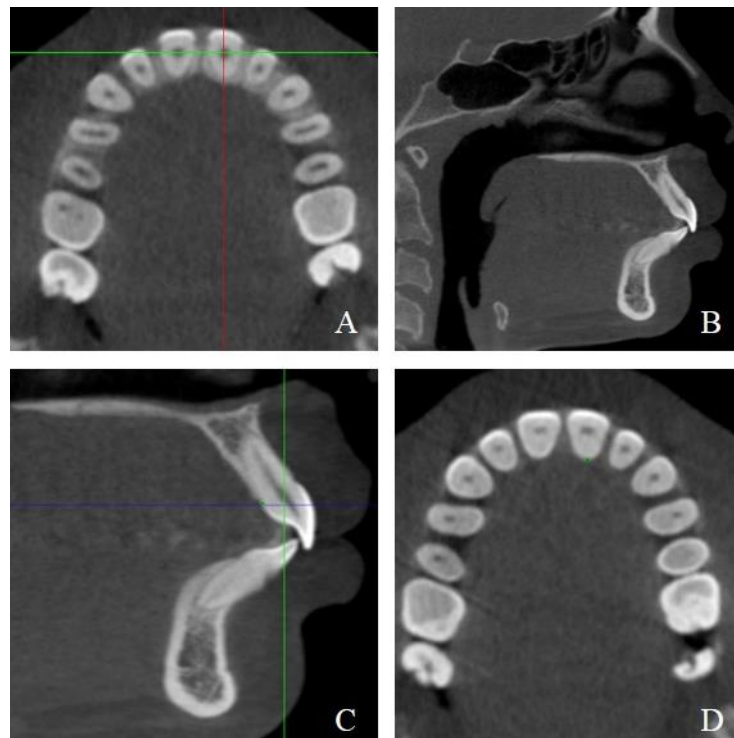
Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Para a avaliação do comprimento, do perímetro e da largura das arcadas dentárias superior e inferior, após as imagens serem padronizadas na reformatação 3D e orientadas de acordo com o plano de referência, na vista coronal e na axial as linhas dos planos foram posicionadas no centro do incisivo central superior esquerdo ou no centro do incisivo central

inferior esquerdo, conforme a arcada dentária de interesse^{19,20} (Figura 13). Na vista sagital, o plano axial foi posicionado coincidente com a junção amelocementária lingual do incisivo^{73,76} (Figura 13).

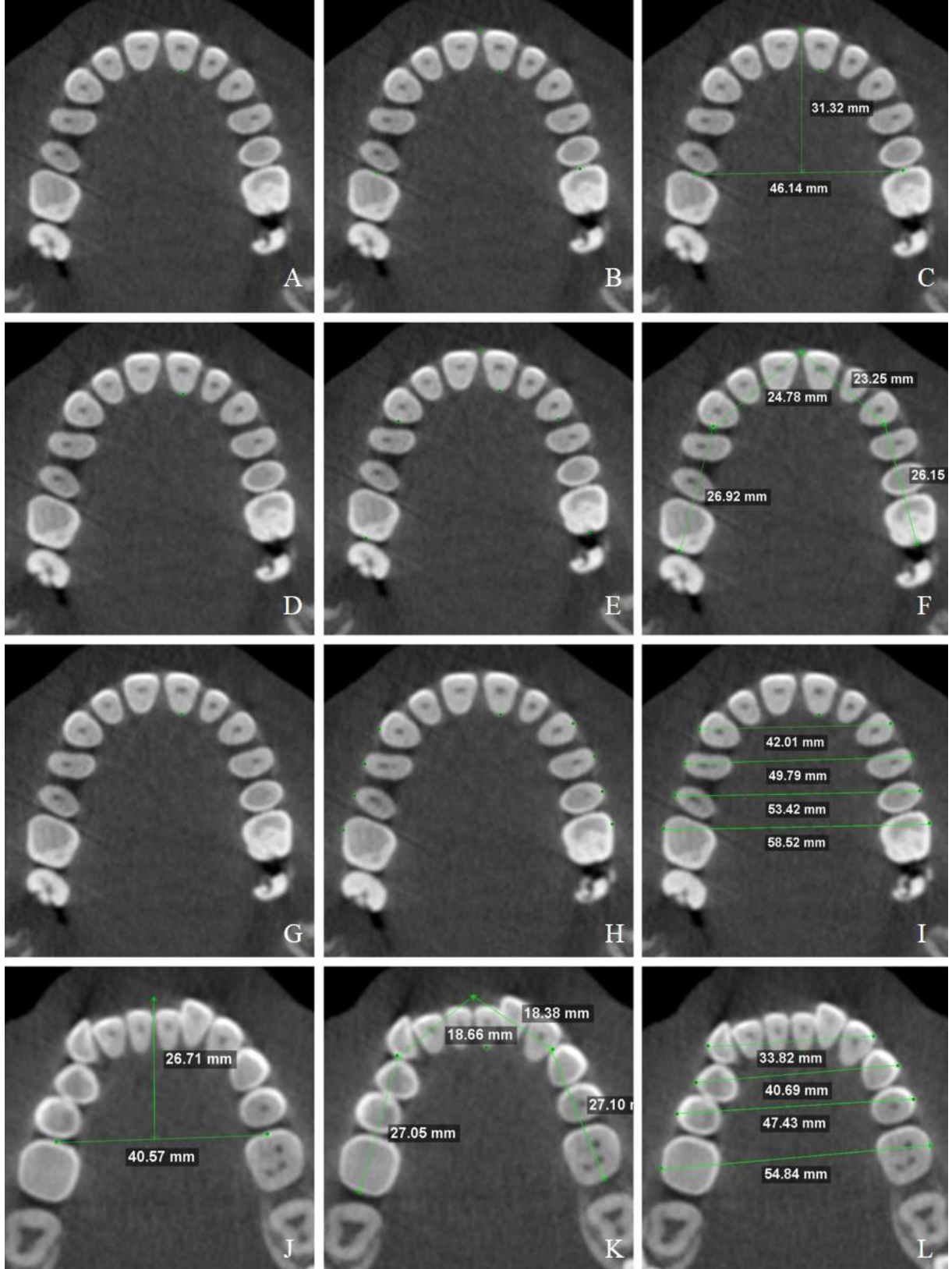
A mensuração do comprimento, do perímetro e da largura das arcadas dentárias superior e inferior foi realizada na reconstrução multiplanar axial (Figura 14). Os seguintes pontos foram demarcados: linha média, de acordo com o incisivo mais vestibularizado; centro da superfície distal dos caninos; centro das superfícies mesial e distal dos primeiros molares; superfície vestibular dos caninos, primeiros pré-molares, segundos pré-molares e primeiros molares, utilizando como referência a linha do plano sagital⁵⁸ (Figura 14). A medida do comprimento foi linear, paralela à linha do plano sagital, entre o ponto da linha média e a linha formada pela união dos pontos da mesial dos primeiros molares⁵⁸ (Figura 14). O perímetro foi avaliado de forma seccional e calculado por meio da soma das medidas lineares do lado direito e esquerdo da arcada obtidas pela união do ponto da linha média com os pontos da distal dos caninos e destes com os pontos da distal dos primeiros molares⁵⁸ (Figura 14). A medida da largura foi realizada de forma linear pela união dos pontos da vestibular dos caninos, primeiros pré-molares, segundos pré-molares e primeiros molares⁵⁸ (Figura 14).

Figura 13 - Metodologia utilizada para acessar comprimento, perímetro e largura da arcada dentária superior. Na vista axial, linhas dos planos sagital e coronal posicionadas no centro do incisivo central superior esquerdo (A). Reconstrução multiplanar sagital (B). Na vista sagital, linha do plano axial coincidente com junção amelocementária lingual do incisivo superior (C). Reconstrução multiplanar axial (D)



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 14 - Medidas utilizadas para avaliação do comprimento, perímetro e largura das arcadas dentárias superior e inferior. Reconstrução multiplanar axial arcada superior (A, D e G). Pontos de referência comprimento (B), perímetro (E) e largura (H) arcada superior. Mensuração comprimento (C), perímetro (F) e largura (I) arcada superior. Mensuração comprimento (J), perímetro (K) e largura (L) arcada inferior



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Os dados obtidos foram transferidos para o programa Microsoft Office Excel™ 2007 e analisados nos programas SPSS® (versão 16, SPSS, Chicago, III) e GraphPad Prism® (versão 5, GraphPad Prism, San Diego). As medidas foram replicadas de forma aleatória pelo mesmo examinador após um período mínimo de 2 semanas. O erro do método foi determinado pelo Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI). O Teste t de Student e o Teste T de Wilcoxon foram utilizados para comparação das amostras dependentes nos casos paramétricos e não paramétricos, respectivamente, após os dados serem testados quanto a normalidade pelo Teste Shapiro-Wilk. O Teste t de Student para amostras independentes comparou os gêneros. Os coeficientes de correlação de Pearson e de Spearman foram calculados para avaliar associações entre as alterações dentárias. A correlação foi classificada como forte ($|r| \geq 0,80$), moderada ($|r| 0,40-0,80$) e fraca ($|r| < 0,40$), sendo a correlação fraca considerada insignificante. Os resultados foram considerados para um nível de significância de 5%.

5 RESULTADO

O erro sistemático intra-examinador demonstrou excelente concordância para inclinação dos incisivos inferiores (CCI=0,965), trespasse horizontal (CCI=0,970), trespasse vertical (CCI=0,958), inclinação dos caninos inferiores (CCI=0,953), distância intercanino inferior (CCI=0,954), comprimento (CCI=0,921), perímetro (CCI=0,938) e largura (CCI=0,945) das arcadas dentárias.

Não houve diferença estatística significativa na comparação por gênero das alterações na inclinação do incisivo inferior, trespasse horizontal e trespasse vertical (Tabela 2). O gráfico 1 mostra a média total das alterações individuais induzidas pelo tratamento em cada paciente para inclinação do incisivo inferior, trespasse horizontal e trespasse vertical.

Tabela 2 - Comparação por gênero da inclinação do incisivo inferior, trespasse horizontal, trespasse vertical inicial (T0) e final (T1). Média (\bar{x}), desvio padrão (DP) e nível de significância (*P*)

| Variável | Período | Masculino | Feminino | <i>P</i> Valor |
|---------------------------|---------|------------------|------------------|----------------|
| | | $\bar{x} \pm DP$ | $\bar{x} \pm DP$ | |
| Inclinação Incisivo (°) | T0 | 32,70 ± 4,87 | 32,43 ± 9,24 | 0,860 |
| | T1 | 34,37 ± 5,79 | 36,12 ± 8,55 | 0,249 |
| | T1-T0 | 1,67 ± 1,18 | 3,69 ± 2,60 | 0,142 |
| Trespasse Horizontal (mm) | T0 | 6,98 ± 2,00 | 6,89 ± 1,50 | 0,813 |
| | T1 | 3,45 ± 1,37 | 3,95 ± 1,56 | 0,109 |
| | T1-T0 | -3,53 ± 2,49 | -2,94 ± 2,07 | 0,377 |
| Trespasse Vertical (mm) | T0 | 4,06 ± 2,05 | 4,21 ± 1,61 | 0,701 |
| | T1 | 2,72 ± 1,64 | 2,83 ± 1,08 | 0,708 |
| | T1-T0 | -1,34 ± 0,94 | -1,38 ± 0,97 | 0,940 |

Fonte: Elaboração própria.

A inclinação do incisivo inferior aumentou em 17 (74%) e diminuiu em 6 (26%) dos pacientes, com as alterações variando de +0,46° a +10,82° e -0,4° a -3,26°, respectivamente (Gráfico 1). A tabela 3 mostra a média e o desvio padrão das alterações na inclinação do incisivo inferior. Houve diferença estatística significativa para inclinação do incisivo inferior com aumento de todas as médias do T0 para T1.

O trespasse horizontal diminuiu em todos os 23 (100%) pacientes, com as alterações variando de -1,07mm a -6,69mm (Gráfico 1). O trespasse vertical aumentou em 3 (13%) e diminuiu em 20 (87%) dos pacientes, com as alterações variando de +0,08mm a +0,79mm e -0,44mm a -3,83mm, respectivamente (Gráfico 1). As tabelas 4 e 5 mostram a média e o desvio padrão das alterações no trespasse horizontal e no trespasse vertical, respectivamente.

Houve diferença estatística significativa para o trespasse horizontal e o trespasse vertical com diminuição de todas as médias do T0 para T1.

Tabela 3 - Média (\bar{x}), desvio padrão (DP) e nível de significância (P) da inclinação do incisivo inferior inicial (T0) e final (T1), ($^{\circ}$)

| Inclinação Incisivo | n | T0 | T1 | T1-T0 | P Valor |
|---------------------|----|------------------|------------------|------------------|----------|
| | | $\bar{x} \pm DP$ | $\bar{x} \pm DP$ | $\bar{x} \pm DP$ | |
| 32 | 23 | 32,27 \pm 7,01 | 35,27 \pm 8,89 | 3,00 \pm 2,12 | 0,005** |
| 31 | 23 | 33,44 \pm 7,71 | 35,57 \pm 6,33 | 2,13 \pm 1,50 | 0,004** |
| 41 | 23 | 32,81 \pm 8,24 | 35,53 \pm 7,49 | 2,72 \pm 1,92 | 0,020* |
| 42 | 23 | 31,76 \pm 6,29 | 34,45 \pm 6,45 | 2,69 \pm 1,90 | 0,006** |
| Total | 92 | 32,57 \pm 7,25 | 35,21 \pm 7,25 | 2,64 \pm 1,86 | 0,000*** |
| Masculino | 48 | 32,70 \pm 4,87 | 34,37 \pm 5,79 | 1,67 \pm 1,18 | 0,000*** |
| Feminino | 44 | 32,43 \pm 9,24 | 36,12 \pm 8,55 | 3,69 \pm 2,60 | 0,000*** |

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 4 - Média (\bar{x}), desvio padrão (DP) e nível de significância (P) do trespasse horizontal inicial (T0) e final (T1), (mm)

| Trespasse Horizontal | n | T0 | T1 | T1-T0 | P Valor |
|----------------------|----|------------------|------------------|------------------|----------|
| | | $\bar{x} \pm DP$ | $\bar{x} \pm DP$ | $\bar{x} \pm DP$ | |
| 32 | 23 | 6,81 \pm 1,91 | 3,60 \pm 1,52 | -3,21 \pm 2,26 | 0,000*** |
| 31 | 23 | 6,53 \pm 1,63 | 3,66 \pm 1,30 | -2,87 \pm 2,02 | 0,000*** |
| 41 | 23 | 6,97 \pm 1,59 | 3,69 \pm 1,71 | -3,28 \pm 2,31 | 0,000*** |
| 42 | 23 | 7,45 \pm 1,92 | 3,81 \pm 1,45 | -3,64 \pm 2,57 | 0,000*** |
| Total | 92 | 6,94 \pm 1,77 | 3,69 \pm 1,48 | -3,25 \pm 2,29 | 0,000*** |
| Masculino | 48 | 6,98 \pm 2,00 | 3,45 \pm 1,37 | -3,53 \pm 2,49 | 0,000*** |
| Feminino | 44 | 6,89 \pm 1,50 | 3,95 \pm 1,56 | -2,94 \pm 2,07 | 0,000*** |

*** $P < 0,001$.

Fonte: Elaboração própria.

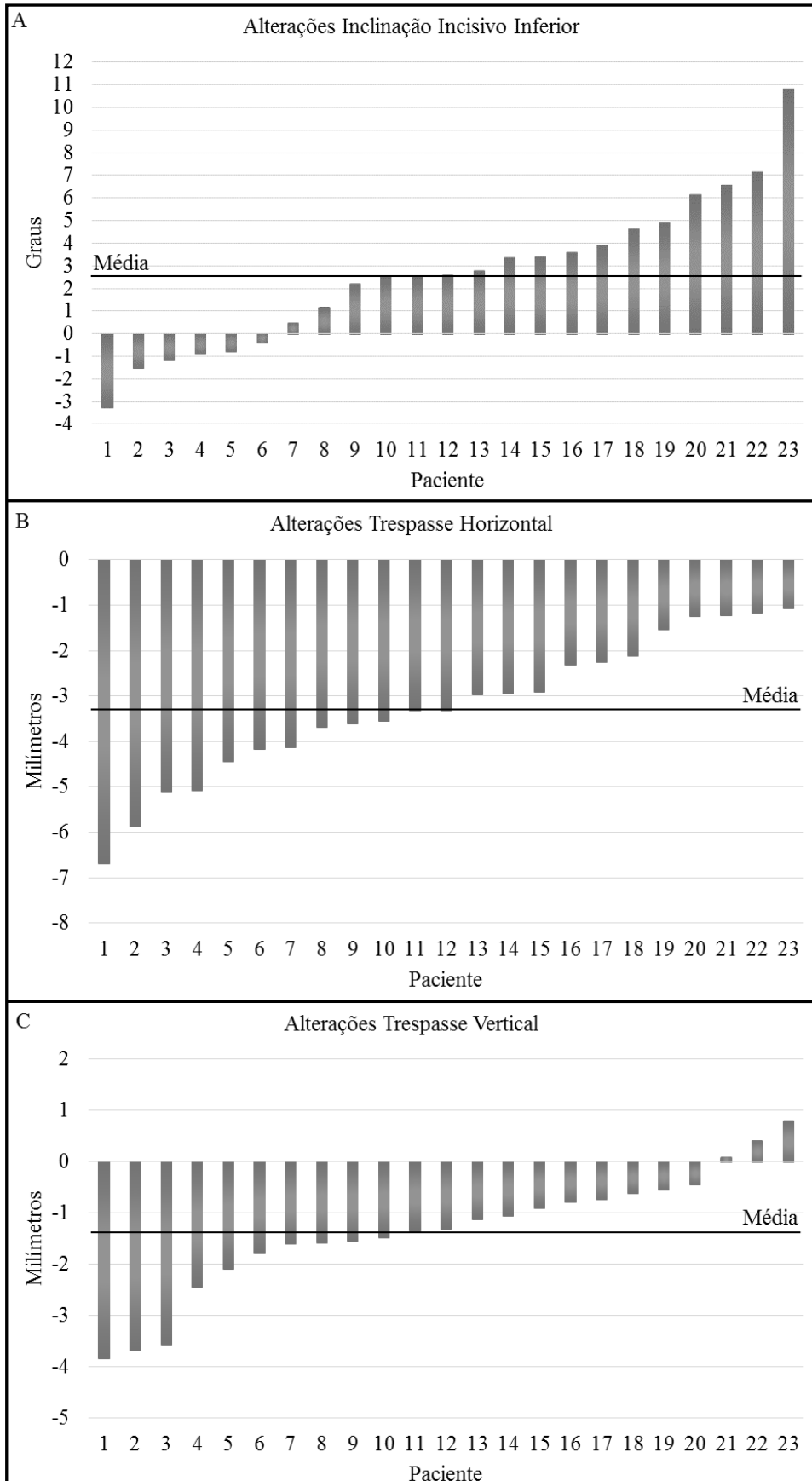
Tabela 5 - Média (\bar{x}), desvio padrão (DP) e nível de significância (P) do trespasse vertical inicial (T0) e final (T1), (mm)

| Trespasse Vertical | n | T0 | T1 | T1-T0 | P Valor |
|--------------------|----|------------------|------------------|------------------|----------|
| | | $\bar{x} \pm DP$ | $\bar{x} \pm DP$ | $\bar{x} \pm DP$ | |
| 32 | 23 | 4,04 \pm 1,98 | 2,65 \pm 1,41 | -1,39 \pm 0,98 | 0,000*** |
| 31 | 23 | 4,25 \pm 1,86 | 2,96 \pm 1,38 | -1,29 \pm 0,91 | 0,000*** |
| 41 | 23 | 4,21 \pm 1,89 | 2,93 \pm 1,52 | -1,28 \pm 0,90 | 0,001** |
| 42 | 23 | 4,01 \pm 1,76 | 2,54 \pm 1,31 | -1,47 \pm 1,03 | 0,000*** |
| Total | 92 | 4,13 \pm 1,84 | 2,77 \pm 1,39 | -1,36 \pm 0,96 | 0,000*** |
| Masculino | 48 | 4,06 \pm 2,05 | 2,72 \pm 1,64 | -1,34 \pm 0,94 | 0,000*** |
| Feminino | 44 | 4,21 \pm 1,61 | 2,83 \pm 1,08 | -1,38 \pm 0,97 | 0,000*** |

** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 1 - Média total das alterações individuais (n=23) induzidas pelo tratamento (T1-T0) na inclinação do incisivo inferior (A), trespasse horizontal (B) e trespasse vertical (C)



Fonte: Elaboração própria.

Houve correlação estatística significativa moderada negativa entre alterações na inclinação do incisivo inferior e alterações no trespasse horizontal para o incisivo lateral inferior esquerdo e o incisivo central inferior direito (Tabela 6). Houve correlação estatística significativa moderada negativa entre alterações na inclinação do incisivo inferior e alterações no trespasse vertical para o incisivo lateral inferior esquerdo, incisivo central inferior direito, incisivo lateral inferior direito e total (Tabela 7). Houve correlação estatística significativa moderada positiva entre alterações no trespasse horizontal e alterações no trespasse vertical para o incisivo lateral inferior esquerdo (Tabela 8).

Tabela 6 - Coeficientes de correlação de Pearson e Spearman entre alterações na inclinação do incisivo inferior e alterações no trespasse horizontal

| Variável | n | Correlação Pearson | | Correlação Spearman | |
|----------|----|--------------------|---------|---------------------|---------|
| | | Coefficiente | P Valor | Coefficiente | P Valor |
| 32 | 23 | -0,546 | 0,007** | -0,280 | 0,195 |
| 31 | 23 | -0,325 | 0,129 | -0,392 | 0,064 |
| 41 | 23 | -0,472 | 0,022* | -0,554 | 0,006** |
| 42 | 23 | -0,235 | 0,280 | -0,179 | 0,411 |
| Total | 92 | -0,309 | 0,151 | -0,228 | 0,294 |

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 7 - Coeficientes de correlação de Pearson e Spearman entre alterações na inclinação do incisivo inferior e alterações no trespasse vertical

| Variável | n | Correlação Pearson | | Correlação Spearman | |
|----------|----|--------------------|----------|---------------------|---------|
| | | Coefficiente | P Valor | Coefficiente | P Valor |
| 32 | 23 | -0,710 | 0,000*** | -0,513 | 0,012* |
| 31 | 23 | -0,356 | 0,094 | -0,306 | 0,154 |
| 41 | 23 | -0,558 | 0,005** | -0,515 | 0,011* |
| 42 | 23 | -0,467 | 0,024* | -0,388 | 0,067 |
| Total | 92 | -0,496 | 0,016* | -0,382 | 0,071 |

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 8 - Coeficientes de correlação de Pearson e Spearman entre alterações no trespasse horizontal e alterações no trespasse vertical

| Variável | n | Correlação Pearson | | Correlação Spearman | |
|----------|----|--------------------|---------|---------------------|---------|
| | | Coefficiente | P Valor | Coefficiente | P Valor |
| 32 | 23 | 0,554 | 0,006** | 0,443 | 0,034* |
| 31 | 23 | 0,311 | 0,147 | 0,190 | 0,383 |
| 41 | 23 | 0,287 | 0,183 | 0,266 | 0,218 |
| 42 | 23 | 0,224 | 0,302 | 0,151 | 0,489 |
| Total | 23 | 0,296 | 0,169 | 0,213 | 0,328 |

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

Fonte: Elaboração própria.

Não houve diferença estatística significativa na comparação por gênero das alterações na inclinação do canino inferior e na distância intercanina inferior na cúspide e ápice (Tabela 9). O gráfico 2 mostra a média total das alterações individuais induzidas pelo tratamento em cada paciente para inclinação do canino inferior e para distância intercanina inferior na cúspide e ápice.

Tabela 9 - Comparação por gênero da inclinação do canino inferior, distância intercanina inferior na cúspide e ápice inicial (T0) e final (T1). Média (\bar{x}), desvio padrão (DP) e nível de significância (P)

| Variável | Período | Masculino | Feminino | P Valor |
|---------------------------|---------|------------------|------------------|---------|
| | | $\bar{x} \pm DP$ | $\bar{x} \pm DP$ | |
| Inclinação Canino (°) | T0 | 6,72 ± 4,07 | 6,76 ± 5,54 | 0,976 |
| | T1 | 7,14 ± 4,33 | 5,62 ± 6,17 | 0,336 |
| | T1-T0 | 0,42 ± 0,29 | -1,14 ± 0,80 | 0,079 |
| Distância Cúspide (mm) | T0 | 26,44 ± 2,31 | 25,14 ± 1,82 | 0,152 |
| | T1 | 26,27 ± 1,83 | 25,02 ± 2,53 | 0,187 |
| | T1-T0 | -0,17 ± 0,12 | -0,12 ± 0,08 | 0,927 |
| Distância Ápice (mm) | T0 | 20,57 ± 2,51 | 20,85 ± 3,09 | 0,815 |
| | T1 | 20,83 ± 2,90 | 20,53 ± 3,12 | 0,812 |
| | T1-T0 | 0,26 ± 0,18 | -0,32 ± 0,22 | 0,512 |

Fonte: Elaboração própria.

O número de casos e a porcentagem de canino inferior esquerdo, direito e total com inclinação positiva foram, respectivamente, 23 (100%), 22 (96%) e 45 (98%) antes do tratamento e 21 (91%), 21 (91%) e 42 (91%) após o tratamento. A inclinação do canino inferior permaneceu inalterada em 1 (4%), aumentou em 8 (35%) e diminuiu em 14 (61%) dos pacientes, com as alterações variando de +0,54° a +6,0° e -0,33° a -4,04°, respectivamente (Gráfico 2). A tabela 10 mostra a média e o desvio padrão das alterações na inclinação do canino inferior. O tratamento não resultou em diferença significativa para a inclinação do canino inferior e apresentou grande variabilidade individual (gráfico 2).

A distância intercanina inferior na cúspide aumentou em 8 (35%) e diminuiu em 15 (65%) dos pacientes, com as alterações variando de +0,12mm a +2,68mm e -0,17mm a -2,6mm, respectivamente (Gráfico 2). A distância intercanina inferior no ápice aumentou em 14 (61%) e diminuiu em 9 (39%) dos pacientes, com as alterações variando de +0,07mm a +3,25mm e -0,23mm a -3,35mm, respectivamente (Gráfico 2). A tabela 11 mostra a média e o desvio padrão das alterações na distância intercanina inferior na cúspide e ápice. O tratamento não resultou em diferença significativa para a distância intercanina inferior na cúspide e no ápice e apresentou diminuição de todas as médias, exceto para distância intercanina inferior masculina no ápice, com grande variabilidade individual (gráfico 2).

Houve correlação estatística significativa moderada para o canino direito, esquerdo e total, sendo positiva entre alterações na inclinação do canino inferior e alterações na distância intercanina inferior na cúspide e negativa entre alterações na inclinação do canino inferior e alterações na distância intercanina inferior no ápice (Tabela 12).

Tabela 10 - Média (\bar{x}), desvio padrão (DP) e nível de significância (P) da inclinação do canino inferior inicial (T0) e final (T1), ($^{\circ}$)

| Inclinação Canino | n | T0 | T1 | T1-T0 | P Valor |
|-------------------|----|------------------|------------------|------------------|---------|
| | | $\bar{x} \pm DP$ | $\bar{x} \pm DP$ | $\bar{x} \pm DP$ | |
| 33 | 23 | 6,42 \pm 4,04 | 5,70 \pm 4,70 | -0,72 \pm 0,50 | 0,265 |
| 43 | 23 | 7,05 \pm 5,48 | 7,13 \pm 5,82 | 0,08 \pm 0,05 | 0,855 |
| Total | 46 | 6,74 \pm 4,77 | 6,41 \pm 5,28 | -0,33 \pm 0,23 | 0,470 |
| Masculino | 24 | 6,72 \pm 4,07 | 7,14 \pm 4,33 | 0,42 \pm 0,29 | 0,505 |
| Feminino | 22 | 6,76 \pm 5,54 | 5,62 \pm 6,17 | -1,14 \pm 0,80 | 0,070 |

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 11 - Média (\bar{x}), desvio padrão (DP) e nível de significância (P) da distância intercanina inferior na cúspide e ápice inicial (T0) e final (T1), (mm)

| Distância | Variável | n | T0 | T1 | T1-T0 | P Valor |
|-----------|-----------|----|------------------|------------------|------------------|---------|
| | | | $\bar{x} \pm DP$ | $\bar{x} \pm DP$ | $\bar{x} \pm DP$ | |
| Cúspide | Total | 46 | 25,81 \pm 2,15 | 25,67 \pm 2,23 | -0,14 \pm 0,09 | 0,617 |
| | Masculino | 24 | 26,44 \pm 2,31 | 26,27 \pm 1,83 | -0,17 \pm 0,12 | 0,713 |
| | Feminino | 22 | 25,14 \pm 1,82 | 25,02 \pm 2,53 | -0,12 \pm 0,08 | 0,752 |
| Ápice | Total | 46 | 20,71 \pm 2,73 | 20,69 \pm 2,94 | -0,02 \pm 0,01 | 0,986 |
| | Masculino | 24 | 20,57 \pm 2,51 | 20,83 \pm 2,90 | 0,26 \pm 0,18 | 0,571 |
| | Feminino | 22 | 20,85 \pm 3,09 | 20,53 \pm 3,12 | -0,32 \pm 0,22 | 0,685 |

Fonte: Elaboração própria.

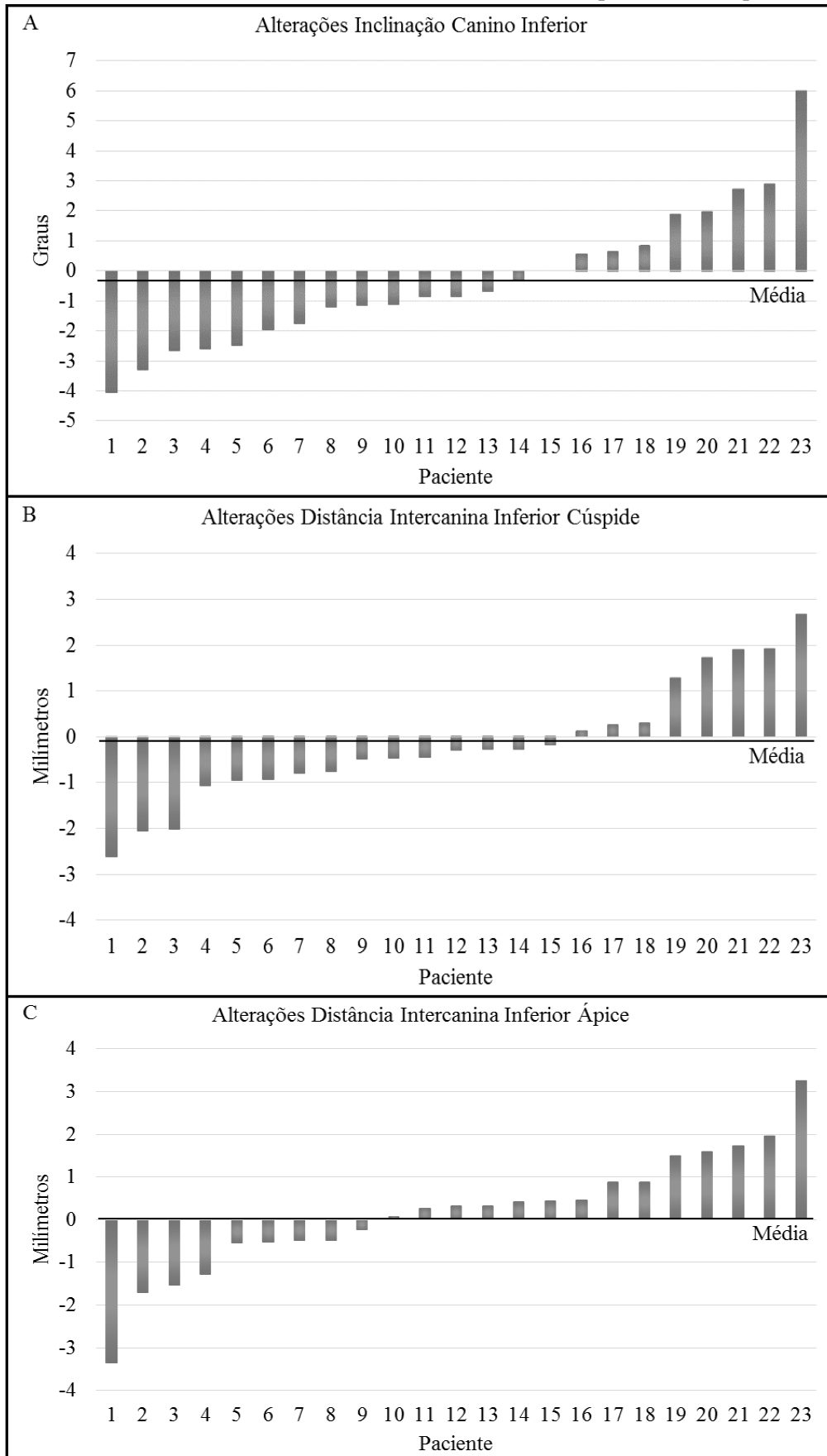
Tabela 12 - Coeficientes de correlação de Pearson e Spearman entre alterações na inclinação do canino inferior e alterações na distância intercanina inferior na cúspide e ápice

| Distância | Variável | Correlação Pearson | | Correlação Spearman | |
|-----------|----------|--------------------|----------|---------------------|---------|
| | | Coeficiente | P Valor | Coeficiente | P Valor |
| Cúspide | 33 | 0,477 | 0,021* | 0,439 | 0,035* |
| | 43 | 0,539 | 0,007** | 0,431 | 0,040* |
| | Total | 0,661 | 0,000*** | 0,627 | 0,001** |
| Ápice | 33 | -0,340 | 0,112 | -0,535 | 0,008** |
| | 43 | -0,448 | 0,031* | -0,400 | 0,058 |
| | Total | -0,513 | 0,012* | -0,602 | 0,002** |

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 2 - Média total das alterações individuais (n=23) induzidas pelo tratamento (T1-T0) na inclinação do canino inferior (A), distância intercanina inferior na cúspide (B) e no ápice (C)



Fonte: Elaboração própria.

A tabela 13 mostra a média e o desvio padrão das alterações no comprimento das arcadas dentárias superior e inferior. O tratamento resultou em diferença estatística significativa para o gênero masculino e feminino, assim como para o total. As mudanças na maxila e na mandíbula foram opostas, com aumento da média na arcada superior e diminuição na arcada inferior. As médias individuais das alterações no comprimento das arcadas dentárias estão no gráfico 3, o qual mostra grande variação interindividual em relação a quantidade das alterações. Entretanto, a direção das mudanças foi uniforme com somente três pacientes na arcada superior e quatro na arcada inferior apresentando sentido contrário.

A tabela 14 mostra a média e o desvio padrão das alterações no perímetro das arcadas dentárias superior e inferior. Houve diferença estatística significativa com aumento de todas as médias do perímetro para a arcada dentária superior e da média feminina para a arcada dentária inferior do T0 para T1. O gráfico 4 mostra as médias individuais das alterações no perímetro das arcadas dentárias e revela grande variação interindividual em relação a quantidade das alterações. A direção das mudanças foi uniforme para a maxila, com somente três pacientes apresentando alterações contrárias. Na mandíbula, de maneira oposta, não foi possível identificar uma tendência na direção das mudanças.

As tabelas 15, 16, 17 e 18 mostram a média e o desvio padrão das alterações na largura das arcadas dentárias superior e inferior para o canino, primeiro pré-molar, segundo pré-molar e primeiro molar, respectivamente. Houve diferença estatística significativa com aumento na largura da arcada dentária em todas as médias para o primeiro pré-molar superior, segundo pré-molar superior e da média masculina para o primeiro molar superior do T0 para T1. O gráfico 5 mostra as alterações individuais na largura das arcadas dentárias. Apesar da grande diferença interindividual, o gráfico 5 mostra efeito maxilar expansivo do primeiro pré-molar ao primeiro molar, enquanto na mandíbula do canino ao primeiro molar, assim como na região do canino superior, há variação entre expansão ou constrição, resultando em médias inalteradas.

Houve diferença estatística significativa na comparação por gênero somente para as alterações na largura das arcadas dentárias, sendo todas as médias do gênero masculino maiores (Tabelas 15, 16, 17, 18 e gráfico 6). As diferenças estatísticas no T0 variaram de 1,86mm a 4,64mm na maxila e 1,49mm a 2,8mm na mandíbula e aumentaram da região do canino para a do molar em ambas as arcadas dentárias. Após o tratamento em T1, as diferenças variaram de 1,77mm a 5,0mm na maxila. Na mandíbula foi encontrada diferença estatística significativa somente na região do molar (2,99mm).

As tabelas 19 e 20 mostram que não houve correlação estatística significativa entre alterações no comprimento das arcadas dentárias e alterações na largura das arcadas dentárias e entre alterações no perímetro da arcada dentária inferior e alterações no comprimento e largura da arcada dentária inferior, respectivamente. Houve correlação estatística significativa moderada entre alterações no perímetro da arcada dentária superior e alterações no comprimento e largura da arcada dentária superior para o gênero masculino (Primeiro pré-molar e segundo pré-molar), (Tabela 21). A sobreposição das arcadas dentárias superior e inferior do paciente número 2 é mostrado na figura 15.

Tabela 13 - Média (\bar{x}), desvio padrão (DP) e nível de significância (P) do comprimento das arcadas dentárias superior e inferior inicial (T0) e final (T1), (mm)

| Arcada | Comprimento | T0 | T1 | T1-T0 | P Valor |
|----------|-------------|------------------|------------------|------------------|-----------|
| | | $\bar{x} \pm DP$ | $\bar{x} \pm DP$ | $\bar{x} \pm DP$ | |
| Superior | Total | 29,21 \pm 1,53 | 30,06 \pm 1,65 | 0,85 \pm 0,60 | 0,000*** |
| | Masculino | 29,42 \pm 1,73 | 30,41 \pm 1,63 | 0,99 \pm 0,70 | 0,014* |
| | Feminino | 28,97 \pm 1,33 | 29,69 \pm 1,67 | 0,72 \pm 0,50 | 0,024* |
| Inferior | Total | 24,93 \pm 1,60 | 24,00 \pm 1,94 | -0,93 \pm 0,65 | 0,000*** |
| | Masculino | 25,14 \pm 1,77 | 23,97 \pm 2,29 | -1,17 \pm 0,82 | 0,006** |
| | Feminino | 24,70 \pm 1,45 | 24,04 \pm 1,58 | -0,66 \pm 0,46 | 0,017* |

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 14 - Média (\bar{x}), desvio padrão (DP) e nível de significância (P) do perímetro das arcadas dentárias superior e inferior inicial (T0) e final (T1), (mm)

| Arcada | Perímetro | T0 | T1 | T1-T0 | P Valor |
|----------|-----------|------------------|------------------|------------------|-----------|
| | | $\bar{x} \pm DP$ | $\bar{x} \pm DP$ | $\bar{x} \pm DP$ | |
| Superior | Total | 95,39 \pm 3,70 | 97,23 \pm 4,37 | 1,84 \pm 1,30 | 0,000*** |
| | Masculino | 96,11 \pm 3,88 | 97,91 \pm 5,11 | 1,80 \pm 1,27 | 0,022* |
| | Feminino | 94,61 \pm 3,52 | 96,48 \pm 3,48 | 1,87 \pm 1,32 | 0,008** |
| Inferior | Total | 88,38 \pm 3,93 | 88,82 \pm 4,19 | 0,44 \pm 0,31 | 0,144 |
| | Masculino | 89,25 \pm 4,50 | 89,33 \pm 4,87 | 0,08 \pm 0,05 | 0,872 |
| | Feminino | 87,43 \pm 3,12 | 88,27 \pm 3,44 | 0,84 \pm 0,59 | 0,032* |

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 15 - Média (\bar{x}), desvio padrão (DP) e nível de significância (P) da largura do canino superior e inferior inicial (T0) e final (T1), (mm)

| Largura | Canino | T0 | T1 | T1-T0 | P Valor |
|----------|-----------|-------------------|-------------------|------------------|-----------|
| | | $\bar{x} \pm DP$ | $\bar{x} \pm DP$ | $\bar{x} \pm DP$ | |
| Superior | Total | 38,74 \pm 2,15 | 38,84 \pm 2,04 | 0,10 \pm 0,07 | 0,628 |
| | Masculino | 39,63 \pm 1,85† | 39,68 \pm 1,91† | 0,05 \pm 0,03 | 0,850 |
| | Feminino | 37,77 \pm 2,10† | 37,91 \pm 1,82† | 0,14 \pm 0,09 | 0,685 |
| Inferior | Total | 31,14 \pm 1,71 | 30,95 \pm 1,87 | -0,17 \pm 0,12 | 0,659 |
| | Masculino | 31,85 \pm 1,86† | 31,65 \pm 2,10 | -0,20 \pm 0,42 | 0,519 |
| | Feminino | 30,36 \pm 1,19† | 30,19 \pm 1,64 | -0,17 \pm 0,20 | 0,700 |

† $P < 0,05$ - Diferença entre gêneros.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 16 - Média (\bar{x}), desvio padrão (DP) e nível de significância (P) da largura do primeiro pré-molar superior e inferior inicial (T0) e final (T1), (mm)

| Largura | 1° Pré-molar | T0 | T1 | T1-T0 | P Valor |
|----------|--------------|-------------------|-------------------|------------------|-----------|
| | | $\bar{x} \pm DP$ | $\bar{x} \pm DP$ | $\bar{x} \pm DP$ | |
| Superior | Total | 45,14 \pm 2,62 | 45,94 \pm 2,45 | 0,80 \pm 0,56 | 0,000*** |
| | Masculino | 46,20 \pm 2,37† | 46,93 \pm 2,16† | 0,73 \pm 0,51 | 0,016* |
| | Feminino | 43,99 \pm 2,48† | 44,85 \pm 2,37† | 0,86 \pm 0,60 | 0,002** |
| Inferior | Total | 40,42 \pm 1,71 | 40,42 \pm 1,95 | 0,00 \pm 0,00 | 0,891 |
| | Masculino | 41,02 \pm 2,12 | 40,67 \pm 2,41 | -0,35 \pm 0,24 | 0,289 |
| | Feminino | 39,76 \pm 1,00 | 40,15 \pm 1,36 | 0,39 \pm 0,27 | 0,279 |

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

† $P < 0,05$ - Diferença entre gêneros.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 17 - Média (\bar{x}), desvio padrão (DP) e nível de significância (P) da largura do segundo pré-molar superior e inferior inicial (T0) e final (T1), (mm)

| Largura | 2° Pré-molar | T0 | T1 | T1-T0 | P Valor |
|----------|--------------|--------------------|-------------------|------------------|-----------|
| | | $\bar{x} \pm DP$ | $\bar{x} \pm DP$ | $\bar{x} \pm DP$ | |
| Superior | Total | 50,00 \pm 2,50 | 51,12 \pm 2,71 | 1,12 \pm 0,79 | 0,000*** |
| | Masculino | 51,24 \pm 2,22†† | 52,48 \pm 2,36† | 1,24 \pm 0,87 | 0,001** |
| | Feminino | 48,65 \pm 2,11†† | 49,63 \pm 2,32† | 0,98 \pm 0,69 | 0,003** |
| Inferior | Total | 47,06 \pm 2,32 | 46,88 \pm 2,29 | -0,18 \pm 0,12 | 0,418 |
| | Masculino | 48,01 \pm 2,29† | 47,58 \pm 2,39 | -0,43 \pm 0,30 | 0,178 |
| | Feminino | 46,02 \pm 1,95† | 46,12 \pm 2,00 | 0,10 \pm 0,07 | 0,762 |

** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

† $P < 0,05$; †† $P < 0,01$ - Diferença entre gêneros.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 18 - Média (\bar{x}), desvio padrão (DP) e nível de significância (P) da largura do primeiro molar superior e inferior inicial (T0) e final (T1), (mm)

| Largura | 1° Molar | T0 | T1 | T1-T0 | P Valor |
|----------|-----------|---------------------------------|---------------------------------|------------------|-----------|
| | | $\bar{x} \pm DP$ | $\bar{x} \pm DP$ | $\bar{x} \pm DP$ | |
| Superior | Total | 55,36 \pm 3,57 | 55,75 \pm 3,91 | 0,39 \pm 0,27 | 0,117 |
| | Masculino | 57,58 \pm 2,78 ^{†††} | 58,14 \pm 2,98 ^{†††} | 0,56 \pm 0,39 | 0,045* |
| | Feminino | 52,94 \pm 2,68 ^{†††} | 53,14 \pm 3,10 ^{†††} | 0,20 \pm 0,14 | 0,646 |
| Inferior | Total | 55,12 \pm 2,73 | 55,35 \pm 2,50 | 0,23 \pm 0,16 | 0,280 |
| | Masculino | 56,46 \pm 3,02 [†] | 56,78 \pm 2,33 ^{††} | 0,32 \pm 0,22 | 0,333 |
| | Feminino | 53,66 \pm 1,38 [†] | 53,79 \pm 1,64 ^{††} | 0,13 \pm 0,09 | 0,648 |

* $P < 0,05$.† $P < 0,05$; †† $P < 0,01$; ††† $P < 0,001$ - Diferença entre gêneros.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 19 - Coeficientes de correlação de Pearson e Spearman entre alterações no comprimento e alterações na largura das arcadas dentárias

| Arcada | Variável | Dente | Correlação Pearson | | Correlação Spearman | |
|----------|----------|--------------|--------------------|-----------|---------------------|-----------|
| | | | Coefficiente | P Valor | Coefficiente | P Valor |
| Superior | Largura | Canino | -0,299 | 0,165 | -0,227 | 0,297 |
| | | 1° Pré-molar | -0,086 | 0,693 | -0,041 | 0,850 |
| | | 2° Pré-molar | 0,305 | 0,155 | 0,332 | 0,121 |
| | | 1° Molar | 0,038 | 0,862 | 0,113 | 0,605 |
| Inferior | Largura | Canino | -0,232 | 0,284 | -0,297 | 0,168 |
| | | 1° Pré-molar | -0,217 | 0,319 | -0,259 | 0,232 |
| | | 2° Pré-molar | -0,181 | 0,408 | -0,059 | 0,788 |
| | | 1° Molar | -0,317 | 0,140 | -0,335 | 0,117 |

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 20 - Coeficientes de correlação de Pearson e Spearman entre alterações no perímetro e alterações no comprimento e largura da arcada dentária inferior

| Gênero | Variável | Dente | Correlação Pearson | | Correlação Spearman | |
|-------------|-------------|--------------|--------------------|-----------|---------------------|-----------|
| | | | Coefficiente | P Valor | Coefficiente | P Valor |
| Masculino | Largura | Canino | 0,370 | 0,235 | 0,328 | 0,296 |
| | | 1° Pré-molar | -0,086 | 0,788 | -0,066 | 0,837 |
| | | 2° Pré-molar | 0,364 | 0,243 | 0,489 | 0,106 |
| | | 1° Molar | 0,493 | 0,103 | 0,454 | 0,137 |
| Feminino | Comprimento | - | -0,116 | 0,718 | 0,188 | 0,556 |
| | Largura | Canino | -0,029 | 0,931 | 0,009 | 0,978 |
| | | 1° Pré-molar | -0,152 | 0,655 | -0,036 | 0,915 |
| | | 2° Pré-molar | -0,158 | 0,641 | -0,118 | 0,729 |
| | | 1° Molar | 0,002 | 0,994 | -0,018 | 0,957 |
| Comprimento | - | 0,185 | 0,585 | 0,036 | 0,915 | |

Fonte: Elaboração própria.

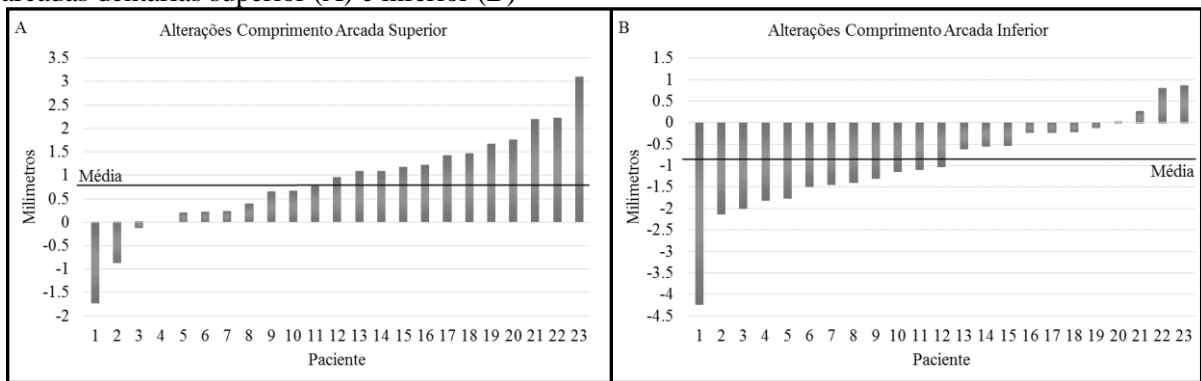
Tabela 21 - Coeficientes de correlação de Pearson e Spearman entre alterações no perímetro e alterações no comprimento e largura da arcada dentária superior

| Gênero | Variável | Dente | Correlação Pearson | | Correlação Spearman | |
|-----------|----------|--------------|--------------------|---------|---------------------|---------|
| | | | Coefficiente | P Valor | Coefficiente | P Valor |
| Masculino | Largura | Canino | 0,406 | 0,189 | 0,182 | 0,571 |
| | | 1° Pré-molar | 0,580 | 0,047* | 0,587 | 0,044* |
| | | 2° Pré-molar | 0,725 | 0,007** | 0,615 | 0,033* |
| | | 1° Molar | 0,042 | 0,895 | -0,097 | 0,762 |
| | | Comprimento | - | 0,727 | 0,007** | 0,622 |
| Feminino | Largura | Canino | 0,226 | 0,502 | 0,045 | 0,894 |
| | | 1° Pré-molar | 0,066 | 0,846 | -0,072 | 0,831 |
| | | 2° Pré-molar | 0,571 | 0,066 | 0,272 | 0,417 |
| | | 1° Molar | 0,080 | 0,813 | -0,245 | 0,466 |
| | | Comprimento | - | 0,341 | 0,304 | 0,327 |

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

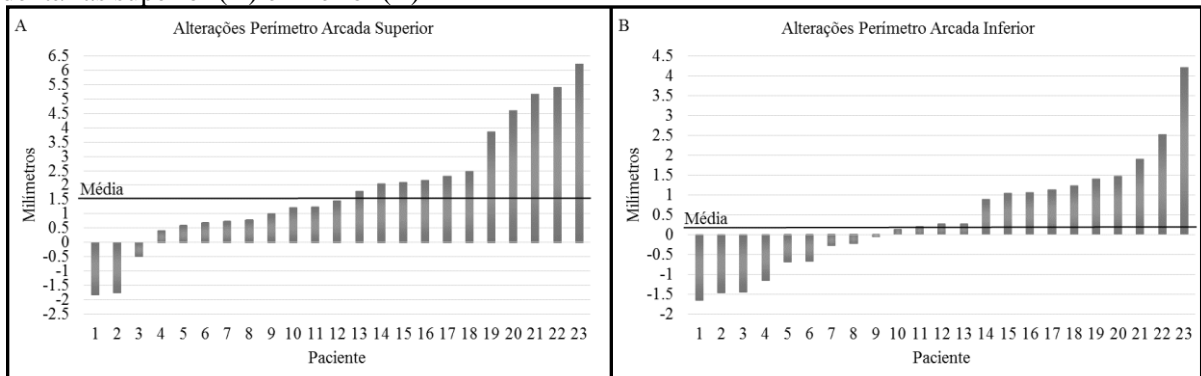
Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 3 - Alterações individuais (n=23) induzidas pelo tratamento (T1-T0) no comprimento das arcadas dentárias superior (A) e inferior (B)



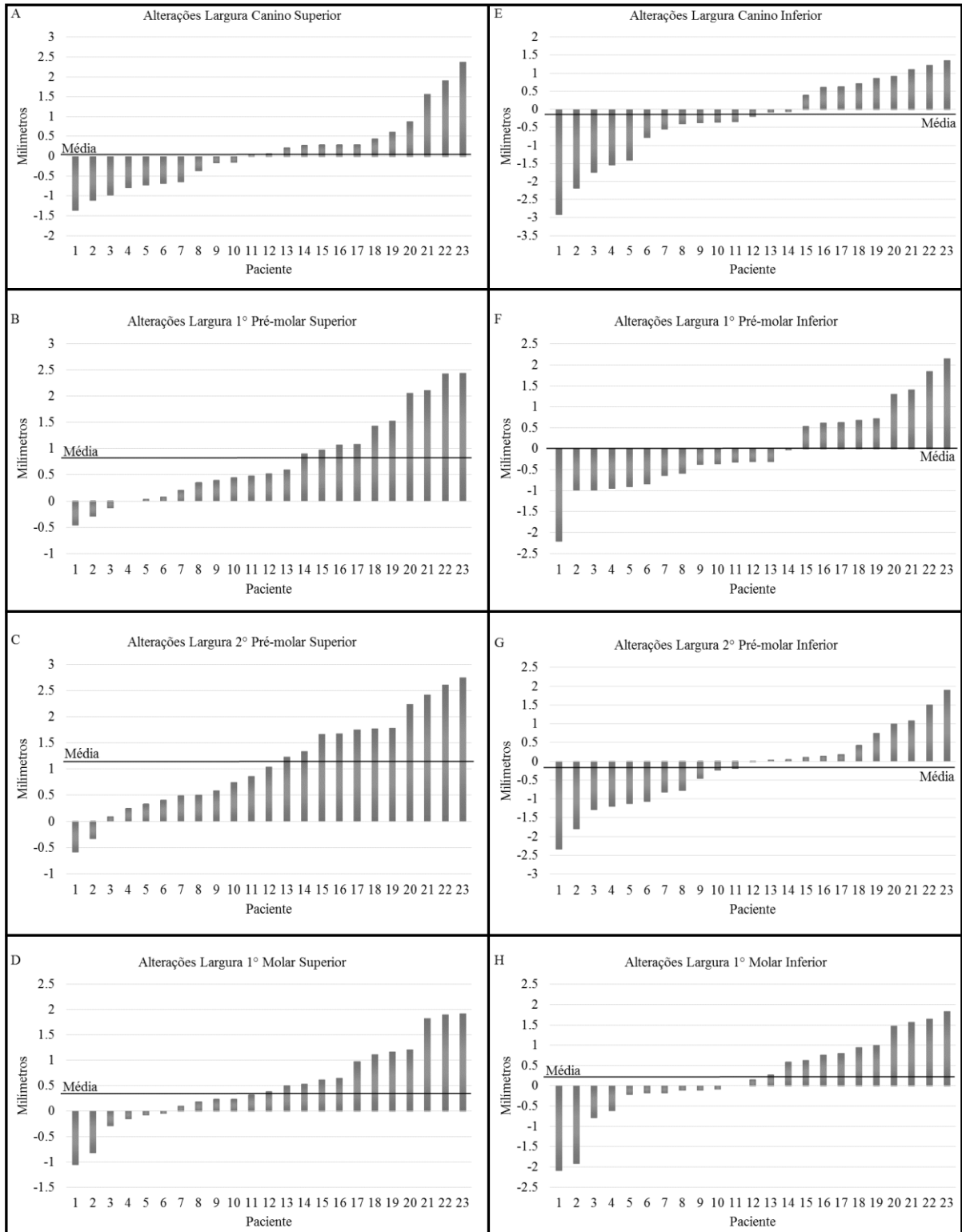
Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 4 - Alterações individuais (n=23) induzidas pelo tratamento (T1-T0) no perímetro das arcadas dentárias superior (A) e inferior (B)



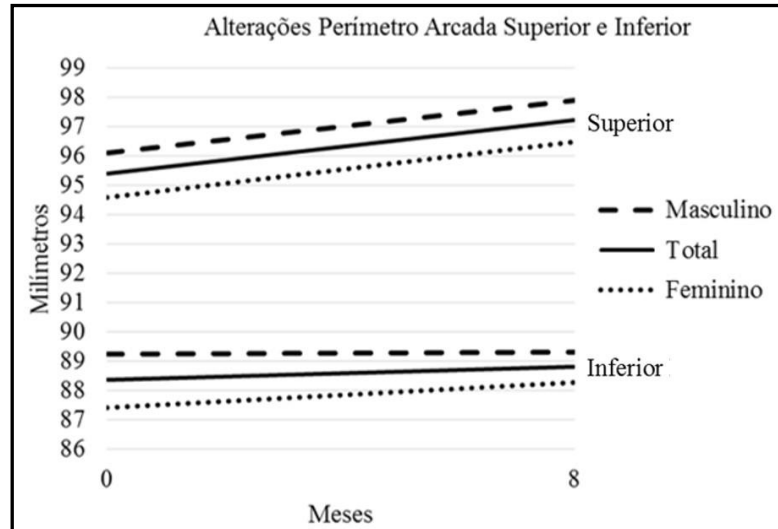
Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 5 - Alterações individuais (n=23) induzidas pelo tratamento (T1-T0) na largura do canino, primeiro pré-molar, segundo pré-molar e primeiro molar superior (A, B, C e D) e inferior (E, F, G e H)



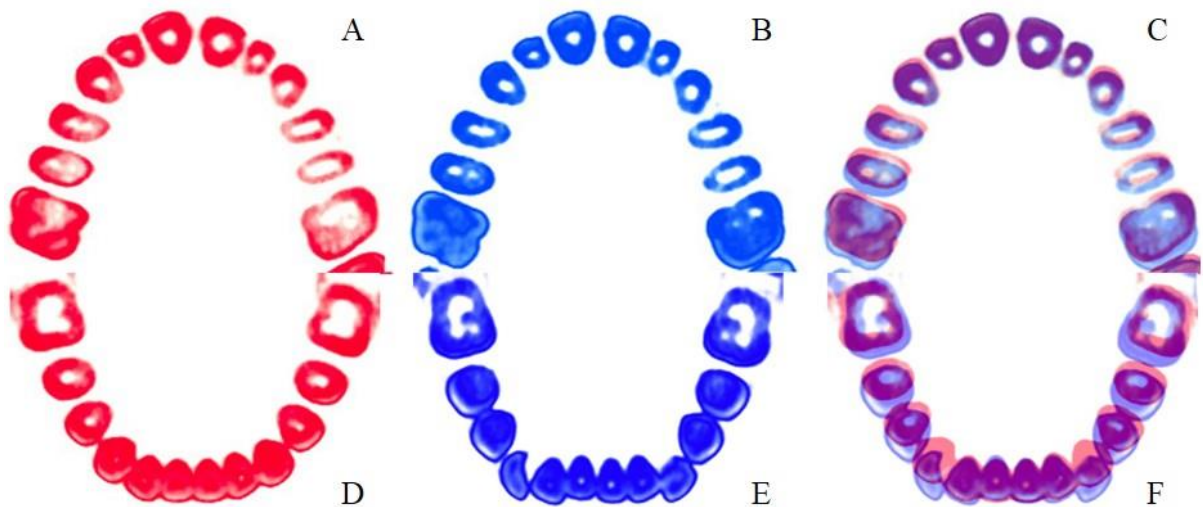
Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 6 - Média das alterações por gênero induzidas pelo tratamento no perímetro das arcadas dentárias superior e inferior



Fonte: Elaboração própria.

Figura 15 - Formato das arcadas dentárias do paciente número 2. Arcada superior prévia ao tratamento (A) e após o tratamento (B). Arcada inferior prévia ao tratamento (D) e após o tratamento (E). Sobreposição da arcada superior (C) e inferior (F). Junção amelocementária lingual do incisivo central esquerdo utilizada com ponto de referência para sobreposição das imagens em ambas as arcadas dentárias



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

6 DISCUSSÃO

Este estudo avaliou tridimensionalmente as alterações na inclinação dos incisivos inferiores, no trespasse horizontal, no trespasse vertical, na inclinação dos caninos inferiores, na distância intercanina inferior, no comprimento, no perímetro e na largura das arcadas dentárias superior e inferior induzidas pelo aparelho Herbst. As imagens da TCFC permitem avaliar a inclinação dos dentes de forma individual com boa acurácia em qualquer um dos planos do espaço^{59,79}. Em relação a aquisição da imagem tomográfica, a acurácia da TCFC para mensuração linear com diferentes resoluções do voxel (0,2mm e 0,4mm) foi avaliada e não há diferença estatística significativa entre os protocolos^{80,81}.

A média de idade dos pacientes foi de 15,76 anos e a avaliação da maturidade esquelética mostrou que 92% da amostra estava no período pós-puberal, estágio de desenvolvimento em que o tratamento da má oclusão de Classe II com aparelho Herbst induz maiores alterações dentárias do que esqueléticas³⁴. De acordo com a literatura, os incisivos inferiores dos pacientes tratados após o pico de crescimento puberal tendem a vestibularizar mais do que os tratados no período prévio ao pico^{82,83}.

Em relação à eficiência do aparelho Herbst na correção da má oclusão de Classe II, não há diferença entre o tipo de avanço mandibular, único ou em duas fases, e entre o tipo da unidade de ancoragem, banda ou esplinte^{11,84,85}. No entanto, é sabido que a extensão da unidade de ancoragem influencia na quantidade das alterações dos incisivos inferiores e a literatura mostra que os efeitos do aparelho Herbst são dependentes do tipo de ancoragem e da severidade da má oclusão¹⁵. Além disso, as comparações entre os diferentes sistemas de ancoragem demonstram que nenhum tipo é capaz de controlar a inclinação dos incisivos inferiores, nem de prever a quantidade de vestibularização dos mesmos^{14,18,42,50,86-88}.

Desta forma, as comparações com a literatura são difíceis, influenciadas pelo sistema de ancoragem utilizado e, por isso, as conclusões devem ser realizadas com cautela. Portanto, é crucial lembrar que no presente estudo não foram utilizados aparelhos adicionais durante o período de observação e que a unidade de ancoragem mandibular utilizada foi composta por duas bandas conectadas por um arco lingual de Nance modificado para Herbst afastado 3mm da face lingual dos incisivos, sendo a união do cantilever vestibular com o arco lingual realizada na região interproximal entre o canino e o primeiro pré-molar (Figura 6).

Não houve diferença estatística entre os gêneros para inclinação dos incisivos inferiores, trespasse horizontal e trespasse vertical (Tabela 2), o que está de acordo com os estudos cefalométricos^{15,51}. Conforme já comentado, não há relatos na literatura de estudos

que avaliaram as alterações na inclinação dos incisivos inferiores, no trespasse horizontal e no trespasse vertical induzidas pelo aparelho Herbst por meio da TCFC e, portanto, não há valores para comparação direta.

A inclinação dos incisivos inferiores alterou significativamente durante o tratamento (Tabela 3). O aumento médio da inclinação do incisivo inferior do T0 para T1 ($2,64^\circ$) foi menor em comparação com estudos prévios que utilizaram diferentes tipos de ancoragem para o aparelho Herbst, como esplinte ($6,77^\circ$ a $12,06^\circ$) e até ancoragem esquelética ($4,8^\circ$)^{15,18}. Essa menor quantidade de vestibularização pode ser atribuída ao desenho do arco lingual afastado 3mm dos incisivos inferiores, reduzindo assim a carga da ancoragem sobre os incisivos. De acordo com Panchez e Hansen⁸⁶, essa redução da carga da ancoragem resulta em uma menor quantidade de vestibularização dos incisivos inferiores.

No entanto, deve ser levado em consideração que a redução média do trespasse horizontal (-3,25mm) foi menor quando comparada aos estudos mencionados acima, resultando em menor risco de perda de ancoragem. A literatura demonstra uma associação positiva entre a quantidade de avanço mandibular e os efeitos colaterais nos incisivos inferiores, estando um maior avanço mandibular associado a uma maior quantidade de vestibularização, protrusão e intrusão dos incisivos^{13,15,86}. A menor quantidade de vestibularização dos incisivos inferiores no presente estudo pode ser devida ao fato do avanço mandibular ter apresentado média total de 6,94mm (Tabela 4). Entretanto, Martin e Panchez¹⁵ avaliaram a vestibularização dos incisivos inferiores após avanço mandibular menor que 7mm com aparelho Herbst utilizando esplinte como ancoragem com o arco lingual tocando nos incisivos inferiores e obtiveram uma vestibularização média de $6,77^\circ$, a qual é duas vezes maior que a do presente estudo.

Um fato importante em relação a unidade de ancoragem mandibular utilizada neste estudo é que o arco lingual de Nance modificado para Herbst distante dos incisivos inferiores apresenta uma conexão na região interproximal entre o canino e o primeiro pré-molar (Figura 6). Este contato da conexão com a superfície distal do canino durante o tratamento favorece a perda de ancoragem do canino e, conseqüentemente, previne a vestibularização do incisivo inferior. Entretanto, na abordagem moderna do aparelho Herbst, após a remoção do aparelho e término da fase ortopédica, inicia-se a fase ortodôntica e o alinhamento e nivelamento dos dentes com bráquetes para a obtenção de uma oclusão normal tratada, fase esta que, possivelmente, induz a vestibularização dos incisivos inferiores.

O trespasse horizontal e o trespasse vertical foram reduzidos significativamente durante o tratamento (Tabelas 4 e 5). As médias da diminuição do trespasse horizontal e do

trespasse vertical do T0 para T1 foram -3,25mm e -1,36mm, respectivamente. Essas alterações são marcadamente menores do que as relatadas na literatura, como Hansen et al.⁵¹ que mostraram redução de -6,8mm e -3,4mm para o trespasse horizontal e para o trespasse vertical, respectivamente. A quantidade de redução do trespasse horizontal e do trespasse vertical no presente estudo pode ser atribuída a obtenção uma oclusão normal como meta terapêutica do tratamento ortopédico, não uma relação de sobrecorreção, e a quantidade de avanço mandibular, sendo que a média para o gênero masculino (6,98mm) e feminino (6,89mm) foi menor quando comparada a literatura, a qual apresenta avanço de 9,0mm e 7,7mm para o gênero masculino e feminino, respectivamente⁵¹. A diminuição do trespasse horizontal e do trespasse vertical no presente estudo demonstrou a efetividade do tratamento com aparelho Herbst, levando-se em conta que o trespasse horizontal e o trespasse vertical não sofrem alteração espontânea após os doze anos de idade⁸⁹.

Houve uma marcante variação interindividual neste estudo em relação as alterações na inclinação dos incisivos inferiores, no trespasse horizontal e no trespasse vertical (Gráfico 1). Essa grande variação também está descrita em estudos prévios, os quais avaliaram os efeitos do tratamento com aparelho Herbst, e as razões para tal fato são desconhecidas^{18,70,86,90}. A lingualização dos incisivos inferiores foi observada em seis pacientes com o arco lingual de Nance modificado para Herbst distante dos incisivos inferiores (Gráfico 1). De forma similar, essa lingualização dos incisivos inferiores está relatada na literatura após o tratamento com aparelho Herbst utilizando diferentes formas de ancoragem, como esplinte, associado ou não a ancoragem esquelética^{15,18}. De acordo com Bremen et al.¹⁸, pacientes que utilizam o aparelho Herbst associado a bráquetes e que apresentam discrepância ósteo-dentária negativa no início do tratamento mostram maior vestibularização dos incisivos quando comparados a pacientes com discrepância ósteo-dentária positiva, contribuindo assim para a grande variação interindividual das alterações na inclinação do incisivo inferior. Entretanto, a amostra do presente estudo consistiu somente de arcadas dentárias com ausência de apinhamento dentário severo e a unidade de ancoragem do aparelho Herbst utilizado não estava associada a bráquetes.

Um fato que deve ser levado em conta neste estudo é que as alterações induzidas pelo tratamento foram avaliadas imediatamente após o tratamento com aparelho Herbst. Após sua remoção, comumente a oclusão se encontra em sobrecorreção, no que concerne a relação sagital das arcadas dentárias, com uma incompleta intercuspidação e, devido a isso, adaptações oclusais tendem a ocorrer⁹¹. Como resultado da recidiva do movimento dentário, durante o primeiro ano após o tratamento, especialmente os seis primeiros meses, obtém-se

uma oclusão com relação sagital de Classe I^{42,92}. Hansen et al.⁹² mostraram que durante o tratamento com aparelho Herbst os incisivos inferiores são vestibularizados em média 10,8° e seis meses após o tratamento a inclinação dos incisivos inferiores diminui em média 7,8°. A quantidade de recidiva da inclinação do incisivo inferior parece ser independente da extensão do avanço mandibular, da redução do trespasse horizontal e do trespasse vertical, entretanto, com pequena significância clínica^{15,51}.

Não houve diferença estatística na comparação por gênero para inclinação dos caninos inferiores e para distância intercanina inferior na cúspide e no ápice nem antes nem após o tratamento (Tabela 9). Este é o primeiro estudo que avaliou a inclinação dos caninos inferiores e a distância intercanina inferior no ápice após o tratamento com aparelho Herbst e não há resultados para comparação. Em relação à distância intercanina inferior na cúspide, os resultados deste trabalho estão de acordo com o estudo realizado em modelos de gesso⁵¹. Não há relatos na literatura de estudos que avaliaram, por meio da TCFC, as alterações na inclinação dos caninos inferiores e na distância intercanina inferior induzidas pelo aparelho Herbst.

A TCFC permite avaliação da inclinação dos caninos inferiores e da distância intercanina. Não houve alteração significativa da inclinação dos caninos inferiores após o tratamento (Tabela 10). As médias das alterações do T0 para T1 para o canino esquerdo, canino direito e total foram -0,72°, 0,08° e -0,33°, respectivamente. Conforme comentado anteriormente, não há relatos na literatura de estudos que avaliaram a inclinação dos caninos inferiores após o tratamento com aparelho Herbst, portanto, não há valores para comparação direta. Não houve alteração significativa da distância intercanina inferior na cúspide e no ápice após o tratamento (Tabela 11). As médias das alterações da distância intercanina do T0 para T1 foram -0,14mm e -0,02mm na cúspide e no ápice, respectivamente. Os valores da distância intercanina inferior total na cúspide do presente estudo no T0 (25,81mm) e T1 (25,67mm) estão de acordo com a distância intercanina média de 24mm a 26mm relatada na literatura^{62,93}. Há apenas dois estudos que avaliaram, por meio de modelos de gesso, alterações na distância intercanina inferior na cúspide induzidas pelo aparelho Herbst^{51,52}. Os resultados do presente estudo estão de acordo com Pancherz et al.⁵² e em desacordo com Hansen et al.⁵¹, os quais demonstraram diminuição (-0,6mm) e aumento (0,3mm) da distância intercanina inferior na cúspide, respectivamente. Embora não existam valores para comparação direta, os resultados deste estudo concordam com Pancherz et al.⁵² que o aparelho Herbst não altera significativamente a distância intercanina inferior imediatamente após o tratamento.

Apesar do tratamento não resultar em mudanças significativas na inclinação dos caninos inferiores e na distância intercanina inferior na cúspide e no ápice, houve grande variação interindividual (Gráfico 2). Uma possível explicação para isso seria a maior irregularidade na posição dos dentes anteroinferiores, apinhamento dentário, após o tratamento, fato esse que pode ser atribuído ao movimento mesial dos caninos inferiores e a menor quantidade de vestibularização dos incisivos inferiores induzida pelo tipo de ancoragem do aparelho Herbst utilizada no presente estudo (Figura 6). Além disso, dois fatores devem ser levados em conta durante a avaliação do segmento anteroinferior. O primeiro é que a largura dos incisivos inferiores varia pouco na população em geral, tornando a distância intercanina inferior mais irregular na presença de apinhamento no segmento anteroinferior^{20,94}. Segundo, a literatura mostra que a relação de espaço inicial na região anteroinferior contribui para a grande variação nas mudanças da inclinação dentária após o tratamento com o aparelho Herbst¹⁸. Entretanto, a amostra deste estudo consistiu somente de arcadas dentárias com ausência de apinhamento dentário severo.

Um fato que deve ser levado em conta neste estudo é que as alterações induzidas pelo tratamento foram avaliadas imediatamente após a fase de tratamento com aparelho Herbst. Hansen et al.⁵¹ avaliaram os efeitos do tratamento com aparelho Herbst em longo prazo e mostraram redução significativa na distância intercanina inferior na cúspide seis virgula sete anos após o tratamento, quantidade média de -1,1mm, de antes do tratamento até o final do crescimento. Em outro estudo de trinta e dois anos de preservação após o tratamento com aparelho Herbst, Panchez et al.⁵² concluíram que a distância intercanina inferior na cúspide diminuiu em uma quantidade média de -2mm e que a alteração induzida pelo aparelho ocorre durante os primeiros seis anos após o tratamento, sendo a alteração, após a maturidade esquelética, independente do tratamento e resultado fisiológico de mudanças dentárias e esqueléticas ocorridas ao longo da idade adulta.

Conforme relatado anteriormente, no presente estudo nenhum aparelho adicional foi utilizado durante o tratamento e o sistema de ancoragem utilizado para o aparelho Herbst foi o bandado, com o arco lingual afastado dos incisivos inferiores e uma conexão na região interproximal entre o canino e o primeiro pré-molar (Figura 6). O avanço mandibular induzido pelo aparelho Herbst gera, no cantilever da ancoragem inferior, um sistema de força para frente e para baixo com um momento no sentido horário e, além disso, o contato da ancoragem com a superfície distal do canino favorece a mesialização do mesmo (Figura 15). A figura 3 mostra a posição do canino inferior antes e após o tratamento com o aparelho Herbst, a qual pode ser explicada pelo fato do arco lingual de Nance modificado para Herbst

afastado dos incisivos prevenir a inclinação dos incisivos inferiores. De acordo com a literatura, a redução da carga da ancoragem nos incisivos resulta em uma menor quantidade de vestibularização dos incisivos inferiores⁸⁶.

Houve diferença estatística significativa na comparação por gênero somente para as alterações na largura das arcadas dentárias, sendo todas as médias do gênero masculino maiores. As diferenças estatísticas no T0 foram: canino superior e inferior; primeiro pré-molar superior; segundo pré-molar superior e inferior; primeiro molar superior e inferior. As diferenças estatísticas no T1 foram: canino superior; primeiro pré-molar superior; segundo pré-molar superior; primeiro molar superior e inferior (Tabelas 15, 16, 17 e 18). Os resultados estão de acordo com os estudos relatados na literatura, os quais avaliaram as dimensões das arcadas dentárias por meio de modelos de gesso, para o canino inferior no T1, canino superior no T0 e T1 e em desacordo para o canino inferior no T0, primeiro molar superior e inferior no T0 e T1⁵¹. O presente estudo é o primeiro a avaliar as alterações na largura do primeiro pré-molar, segundo pré-molar e no comprimento das arcadas dentárias após o tratamento com aparelho Herbst, portanto não há resultados para comparação. A respeito do perímetro das arcadas dentárias, na comparação com Hansen et al.⁵¹, os resultados estão de acordo para a arcada superior no T1, pois não há diferença estatística entre gêneros, e em desacordo para os outros tempos avaliados, os quais apresentaram médias significativamente maiores na amostra masculina. Não há relatos na literatura de estudos que avaliaram alterações nas dimensões das arcadas dentárias induzidas pelo aparelho Herbst por meio da TCFC.

O comprimento das arcadas dentárias alterou significativamente durante o tratamento, com aumento na arcada superior e diminuição na arcada inferior (Tabela 13). Não há relatos na literatura de estudos que avaliaram mudanças no comprimento das arcadas dentárias induzidas pelo aparelho Herbst. Uma possível explicação para as alterações no comprimento das arcadas dentárias pode ser o tipo da unidade de ancoragem utilizada neste estudo (Figura 6). Na arcada superior, o avanço mandibular gera um sistema de força nos primeiros molares para cima e para trás, com um momento no sentido horário e, conseqüentemente, movimento distal de inclinação dos primeiros molares superiores (Figuras 7 e 15). Na arcada inferior, o avanço mandibular induzido pelo aparelho Herbst gera um sistema de força no cantilever vestibular para baixo e para frente, com um momento no sentido horário e, conseqüentemente, perda de ancoragem dos primeiros molares inferiores associado ao movimento mesial de inclinação (Figuras 7 e 15). Além disso, o arco lingual de Nance modificado para Herbst afastado dos incisivos previne a inclinação do incisivo inferior, o que está de acordo com o

estudo de Pancherz e Hansen⁸⁶, segundo o qual uma menor carga de ancoragem aplicada nos incisivos inferiores resulta em menor quantidade de vestibularização dos mesmos.

O perímetro das arcadas dentárias alterou significativamente durante o tratamento com aumento de todas as médias na arcada dentária superior e da média feminina na arcada dentária inferior (Tabela 14). O aumento da arcada superior ocorreu devido ao movimento distal dos molares superiores (Figura 15). Houve aumento da média total do perímetro para arcada inferior, porém sem diferença estatística, e isso pode ser explicado pela unidade de ancoragem utilizada, a qual induziu menor vestibularização dos incisivos e, provavelmente, maior perda de ancoragem dos primeiros molares inferiores (Figura 15). O aumento médio total do perímetro imediatamente após o tratamento foi de 1,84mm para arcada superior e de 0,44mm para arcada inferior e está de acordo com Hansen et al.⁵¹, aumento de 2,7mm para arcada superior e 1mm para arcada inferior, e em desacordo com Pancherz et al.⁵², não há alteração na arcada superior e diminuição de -3mm na arcada inferior. No entanto, deve-se levar em conta que as alterações no perímetro das arcadas dentárias foram avaliadas por Hansen et al.⁵¹ seis meses após o tratamento e por Pancherz et al.⁵² doze meses após o tratamento, utilizando modelos de gesso. A menor quantidade de alteração no perímetro das arcadas dentárias no presente estudo, em comparação com Hansen et al.⁵¹, pode ser atribuída à quantidade do avanço mandibular, média total de 6,94mm, e ao tipo de ancoragem utilizada, fatores esses que influenciam a quantidade de movimento dentário induzido pelo aparelho Herbst^{15,86}. Após doze meses da remoção do aparelho Herbst, um estudo em longo prazo de trinta e dois anos mostrou diminuição do perímetro nas arcadas dentárias superior e inferior, apresentando diferença estatística apenas para arcada superior⁵².

A largura das arcadas dentárias superior e inferior não alterou significativamente para o canino após o tratamento. A alteração média total na largura intercanina do T0 para T1 foi de 0,1mm e -0,17mm na arcada superior e inferior, respectivamente (Tabela 15). Embora essas alterações sejam clinicamente insignificantes, os resultados estão de acordo com Pancherz et al.⁵², o qual relata não haver mudança estatística significativa na largura intercanina superior (1,1mm) e inferior (-0,6mm). De forma contrária, Hansen et al.⁵¹ mostram um aumento significativo de 1,4mm e 0,3mm na largura intercanina superior e inferior, respectivamente. Deve-se levar em conta que os estudos citados acima utilizaram unidade de ancoragem do aparelho Herbst associada a bráquetes e fios de nivelamento, fato que explica a maior quantidade de aumento médio na largura intercanina superior, quando comparado ao presente estudo. De acordo com a literatura, o aumento da largura intercanina na arcada dentária superior não ultrapassa 0,7mm durante o período dos doze aos quatorze

anos de idade e a largura intercanina na arcada dentária inferior tende a diminuir após os doze anos de idade⁸⁹. Após doze meses da remoção do aparelho Herbst, um estudo em longo prazo de trinta e dois anos mostrou diminuição na largura intercanina superior e inferior, com diferença estatística apenas para arcada inferior⁵².

A largura da arcada dentária superior alterou significativamente durante o tratamento para o primeiro pré-molar e segundo pré-molar. O aumento médio total da largura interpremolar do T0 para T1 na arcada superior foi de 0,8mm e 1,12mm para o primeiro pré-molar e segundo pré-molar, respectivamente (Tabelas 16 e 17). As larguras da arcada dentária inferior no primeiro pré-molar e segundo pré-molar não mudaram significativamente após o tratamento (Tabelas 16 e 17). Conforme já comentado, não há estudos na literatura que avaliaram as alterações da largura nas arcadas dentárias para o primeiro pré-molar e segundo pré-molar induzidas pelo aparelho Herbst. De acordo com Hansen et al.⁵¹, os resultados podem ser explicados pelo modo de ação do mecanismo telescópico do aparelho Herbst, o qual move os molares superiores para distal, vestibular e, conseqüentemente, os pré-molares e os caninos também são movimentados na mesma direção para uma região mais larga da arcada superior, por ação das fibras transeptais do ligamento periodontal (Figura 15).

A largura dos primeiros molares alterou significativamente durante o tratamento apenas na arcada dentária superior masculina, com aumento médio de 0,56mm (Tabela 18). Embora a alteração seja clinicamente insignificante, mesmo com a unidade de ancoragem utilizando bandas nos primeiros molares conectadas por um arco transpalatino, houve aumento da largura dos primeiros molares na arcada dentária superior. O efeito expansivo pode ser explicado pelo sistema de força do aparelho Herbst aplicado ao molar, vestibular ao centro de resistência do dente, que induz o movimento de inclinação vestibular dos primeiros molares. Os resultados estão em desacordo com Pancherz et al.⁵² e Hansen et al.⁵¹, os quais mostraram aumento significativo médio de 3mm e 1,8mm, respectivamente, na largura dos primeiros molares superiores. A média total da largura dos primeiros molares inferiores foi de 0,23mm e os estudos de Pancherz et al.⁵² e Hansen et al.⁵¹ mostram diminuição de -0,3mm e aumento significativo de 0,8mm, respectivamente. Segundo Hansen et al.⁵¹, o aumento da largura dos primeiros molares inferiores é, provavelmente, resultado de uma expansão compensatória secundária à expansão superior, fato esse evitado neste estudo pelo utilização do arco transpalatino na unidade de ancoragem superior. Em relação aos trabalhos relatados na literatura, o presente estudo é o primeiro a mostrar a importância do arco transpalatino na unidade de ancoragem superior para evitar o efeito de expansão na largura dos primeiros molares induzido pelo aparelho Herbst imediatamente após o tratamento. Segundo a literatura,

a largura dos primeiros molares superiores aumenta no gênero masculino, permanece inalterada no feminino e a largura dos primeiros molares inferiores aumenta levemente com a idade⁸⁹. Após doze meses da remoção do aparelho Herbst, um estudo em longo prazo de trinta e dois anos mostrou que ocorre diminuição na largura dos primeiros molares superiores e inferiores, sem diferença estatística⁵².

7 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados deste estudo, a avaliação tridimensional das alterações dentárias por meio da TCFC demonstrou que o aparelho Herbst, com sistema de ancoragem bandado e arco lingual de Nance afastado dos incisivos inferiores, imediatamente após o tratamento aumenta a inclinação dos incisivos inferiores, diminui o trespasse horizontal e o trespasse vertical. Além disso, não altera a inclinação dos caninos inferiores, a distância intercanina inferior e, na arcada dentária superior, aumenta o comprimento, o perímetro, a largura para o primeiro pré-molar, segundo pré-molar, primeiro molar masculino e, na arcada dentária inferior, diminui o comprimento e aumenta o perímetro feminino.

REFERÊNCIAS*

1. Leminski P. *Distraídos venceremos*. 2.ed. Curitiba: Brasiliense; 1987.
2. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol*. 1998; 8(9): 1558-64.
3. Arai Y, Tammisalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofac Radiol*. 1999; 28(4): 245-8.
4. De Vos W, Casselman J, Swennen GR. Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: a systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2009; 38(6): 609-25.
5. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc*. 2006; 72(1): 75-80.
6. Garib DG, Raymundo Jr R, Raymundo MV, Raymundo DV, Ferreira SN. Tomografia computadorizada de feixe cônico (cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na ortodontia. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 2007; 2(12): 139-56.
7. Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it work? *Dent Clin North Am*. 2008; 52(4): 707-30.
8. Tyndall DA, Rathore S. Cone-beam CT diagnostic applications: caries, periodontal bone assessment, and endodontic applications. *Dent Clin North Am*. 2008; 52(4): 825-41.
9. Fernandes TMF, Poleti ML, Henriques JFC, Garib DG. Cefalometria em 3D. In: Lubiana N, Garib DG, Silva Filho OG. *Pro-odonto ortodontia: programa de atualização em ortodontia*. Porto Alegre: Artmed Panamericana; 2010. p.9-60.
10. Janson G, Barros SEC, Simão TM, Freitas MR. Variáveis relevantes no tratamento da má oclusão de classe II. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 2009; 14(4): 149-57.
11. Pancherz H, Ruf S. *The Herbst appliance: research-based clinical management*. London: Quintessence; 2008.
12. Schwartz JP, Ravelli TB, Garib DG, Ravelli DB. O tratamento da maloclusão de classe II, divisão 1 com o aparelho Herbst. In: Pinto T, Garib DG, Janson G, Silva Filho OG. *Pro-odonto ortodontia: programa de atualização em ortodontia*. Porto Alegre: Artmed Panamericana; 2016. p.31-92.
13. Pancherz H. The mechanism of class II correction in Herbst appliance treatment. A cephalometric investigation. *Am J Orthod*. 1982; 82(2): 104-13.

* De acordo com o Guia de Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas Vancouver. Disponível no site da Biblioteca: <http://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-atualizado.pdf>

14. Weschler D, Pancherz H. Efficiency of three mandibular anchorage forms in Herbst treatment: a cephalometric investigation. *Angle Orthod.* 2005; 75(1): 23-7.
15. Martin J, Pancherz H. Mandibular incisor position changes in relation to amount of bite jumping during Herbst/multibracket appliance treatment: a radiographic-cephalometric study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009; 136(1): 44-51.
16. Schwartz JP, Almeida KCM, Raveli TB, Lon LFS, Munoz JFM, Raveli DB. Aparelho Herbst: indicação, ancoragem e confecção. *Prosthes Lab Sci.* 2015; 4(16): 352-7.
17. Schwartz JP, Ravelli TB, Ayub PV, Galo SM, Ravelli DB. As diferentes formas de ancoragem para o aparelho Herbst. *Prosthes Lab Sci.* 2017; 7(25): 44-9.
18. Bremen Jv, Ludwig B, Ruf S. Anchorage loss due to Herbst mechanics-preventable through miniscrews? *Eur J Orthod.* 2015; 37(5): 462-6.
19. Hamdan HA, Grünheid T, Larson BE. Effect of orthodontic treatment with preadjusted edgewise appliances on the buccolingual inclination of mandibular canines: a CBCT study. *Orthod Craniofac Res.* 2015; 18(3): 156-64.
20. Grünheid T, Gaalaas S, Hamdan H, Larson BE. Effect of clear aligner therapy on the buccolingual inclination of mandibular canines and the intercanine distance. *Angle Orthod.* 2016; 86(1): 10-6.
21. Parks ET. Computed tomography applications for dentistry. *Dent Clin North Am.* 2000; 44(2): 371-94.
22. Cavalcanti MG. Tomografia computadorizada por feixe cônico ao alcance do cirurgião-dentista. São Paulo: Santos; 2010.
23. Accorsi M. Comparação de grandezas cefalométricas obtidas por meio de telerradiografias e tomografias computadorizadas multislice em crânios secos humanos [dissertação de mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2007.
24. Buschang PH, Tanguay R, Demirjian A. Cephalometric reliability. A full ANOVA model for the estimation of true and error variance. *Angle Orthod.* 1987; 57(2): 168-75.
25. Berco M, Rigali PH Jr, Miner RM, DeLuca S, Anderson NK, Will LA. Accuracy and reliability of linear cephalometric measurements from cone-beam computed tomography scans of a dry human skull. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009; 136(1): 17.e1-9.
26. Damstra J, Fourie Z, Huddleston Slater JJ, Ren Y. Accuracy of linear measurements from cone-beam computed tomography-derived surface models of different voxel sizes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 137(1): 16.e1-6.
27. Farman AG, Scarfe WC. Development of imaging selection criteria and procedures should precede cephalometric assessment with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 130(2): 257-65.

28. Kamburoğlu K, Kursun S. A comparison of the diagnostic accuracy of CBCT images of different voxel resolutions used to detect simulated small internal resorption cavities. *Int Endod J*. 2010; 43(9): 798-807.
29. Ballrick JW, Palomo JM, Ruch E, Amberman BD, Hans MG. Image distortion and spatial resolution of a commercially available cone-beam computed tomography machine. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008; 134(4): 573-82.
30. Capelozza Filho L. *Diagnóstico em ortodontia*. Maringá: Dental Press; 2004.
31. McNamara JA Jr. Components of class II malocclusion in children 8-10 years of age. *Angle Orthod*. 1981; 51(3): 177-202.
32. Ruf S, Pancherz H. Temporomandibular joint remodeling in adolescents and young adults during Herbst treatment: a prospective longitudinal magnetic resonance imaging and cephalometric radiographic investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1999; 115(6): 607-18.
33. Pancherz H. Dentofacial orthopedics or orthognathic surgery: is it a matter of age? *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2000; 117(5): 571-4.
34. Ruf S, Pancherz H. When is the ideal period for Herbst therapy—early or late? *Semin Orthod*. 2003; 9(1): 47-56.
35. Schwartz JP, Kameyama DC, Raveli TB, Sampaio LP, Raveli DB. Aparelho Herbst X osteotomia sagital mandibular bilateral no tratamento do padrão II, classe II, divisão 1 em adultos – relato de casos. *Orthod Sci Pratct*. 2013; 6(23): 354-61.
36. Schwartz JP, Raveli TB, Sampaio LP, Pinto AS, Raveli DB. Tratamento compensatório do padrão face curta associado à discrepância osteodentária positiva. *OrtodontiaSPO*. 2017; 50(4): 322-30.
37. Pancherz H. History, Background, and development of the Herbst appliance. *Semin Orthod*. 2003; 9(1): 3-11.
38. Pancherz H. Treatment of class II malocclusions by jumping the bite with the Herbst appliance. A cephalometric investigation. *Am J Orthod*. 1979; 76(4): 423-42.
39. Silva Filho OG, Capelozza Filho L, Crosara KTB, Ozawa TO. Avaliação cefalométrica dos efeitos do aparelho Herbst no tratamento da deficiência mandibular na dentadura permanente. *R Dent Press Ortod Ortoped Facial*. 2007; 12(6): 101-18.
40. Croft RS, Buschang PH, English JD, Meyer R. A cephalometric and tomographic evaluation of Herbst treatment in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1999; 116(4): 435-43.
41. McNamara JA Jr, Howe RP, Dischinger TG. A comparison of the Herbst and Fränkel appliances in the treatment of class II malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1990; 98(2): 134-44.

42. Pancherz H, Hansen K. Occlusal changes during and after Herbst treatment: a cephalometric investigation. *Eur J Orthod.* 1986; 8(4): 215-28.
43. Ursi W, Mcnamara JA Jr. Crescimento craniofacial em pacientes apresentando maloclusão de classe II e oclusão normal entre 10 anos e os 12 anos de idade. *Rev Dental Press Ortod Ortop Facial.* 1997; 2(5): 49-59.
44. Obijou C, Pancherz H. Herbst appliance treatment of class II, division 2 malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997; 112(3): 287-91.
45. Valant JR, Sinclair PM. Treatment effects of the Herbst appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989; 95(2): 138-47.
46. Ursi W, McNamara JA Jr, Martins DR. Alteração clínica da face em crescimento: uma comparação cefalométrica entre os aparelhos extrabucal cervical, Fränkel e Herbst, no tratamento das classes II. *Rev Dental Press Ortod Ortop Facial.* 1999; 4(5): 77-108.
47. Schütz TCB, Vigorito JW, Dominguez-Rodriguez GC. Avaliação cefalométrico-radiográfica das modificações dentoalveolares decorrentes do tratamento com o aparelho de Herbst em adolescentes com maloclusão de classe II, divisão 1ª de Angle - Parte I. *Ortodontia.* 2002; 35(4): 22-34.
48. von Bremen J, Pancherz H, Ruf S. Reduced mandibular cast splints an alternative in Herbst therapy? A prospective multicentre study. *Eur J Orthod.* 2007; 29(6): 609-13.
49. Barnett GA, Higgins DW, Major PW, Flores-Mir C. Immediate skeletal and dentoalveolar effects of the crown- or banded type Herbst appliance on class II division 1 malocclusion. *Angle Orthod.* 2008; 78(2): 361-9.
50. El-Fateh T, Ruf S. Herbst treatment with mandibular cast splints--revisited. *Angle Orthod.* 2011; 81(5): 820-7.
51. Hansen K, Iemamnueisuk P, Pancherz H. Long-term effects of the Herbst appliance on the dental arches and arch relationships: a biometric study. *Br J Orthod.* 1995; 22(2): 123-34.
52. Pancherz H, Bjerklin K, Lindskog-Stokland B, Hansen K. Thirty-two-year follow-up study of Herbst therapy: a biometric dental cast analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014; 145(1): 15-27.
53. El-Zanaty HM, El-Beialy AR, Abou El-Ezz AM, Attia KH, El-Bialy AR, Mostafa YA. Three-dimensional dental measurements: an alternative to plaster models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 137(2): 259-65.
54. Kau CH, Littlefield J, Rainy N, Nguyen JT, Creed B. Evaluation of CBCT digital models and traditional models using the Little's index. *Angle Orthod.* 2010; 80(3): 435-9.
55. Tarazona B, Llamas JM, Cibrián R, Gandía JL, Paredes V. Evaluation of the validity of the Bolton index using cone-beam computed tomography (CBCT). *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2012; 17(5): 878-83.

56. Celikoglu M, Nur M, Kilkis D, Sezgin OS, Bayram M. Mesiodistal tooth dimensions and anterior and overall Bolton ratios evaluated by cone beam computed tomography. *Aust Orthod J.* 2013; 29(2): 153-8.
57. Tarazona B, Llamas JM, Cibrian R, Gandia JL, Paredes V. A comparison between dental measurements taken from CBCT models and those taken from a digital method. *Eur J Orthod.* 2013; 35(1): 1-6.
58. Alam MK, Shahid F, Purmal K, Ahmad B, Khamis MF. Bolton tooth size ratio and its relation with arch widths, arch length and arch perimeter: a cone beam computed tomography (CBCT) study. *Acta Odontol Scand.* 2014; 72(8): 1047-53.
59. Shewinvanakitkul W, Hans MG, Narendran S, Martin Palomo J. Measuring buccolingual inclination of mandibular canines and first molars using CBCT. *Orthod Craniofac Res.* 2011; 14(3): 168-74.
60. Little RM, Wallen TR, Riedel RA. Stability and relapse of mandibular anterior alignment-first premolar extraction cases treated by traditional edgewise orthodontics. *Am J Orthod.* 1981; 80(4): 349-65.
61. Artun J, Garol JD, Little RM. Long-term stability of mandibular incisors following successful treatment of class II, division 1, malocclusions. *Angle Orthod.* 1996; 66(3): 229-38.
62. Moorrees CF, Gron AM, Le Bret LM, Yen PK, Fröhlich FJ. Growth studies of the dentition: a review. *Am J Orthod.* 1969; 55(6): 600-16.
63. Gardner SD, Chaconnes SJ. Posttreatment and postretention changes following orthodontic therapy. *Angle Orthod.* 1976; 46(2): 151-61.
64. Bondevik O. Changes in occlusion between 23 and 34 years. *Angle Orthod.* 1998; 68(1): 75-80.
65. Burke SP, Silveira AM, Goldsmith LJ, Yancey JM, Van Stewart A, Scarfe WC. A meta-analysis of mandibular intercanine width in treatment and postretention. *Angle Orthod.* 1998; 68(1): 53-60.
66. Myser SA, Campbell PM, Boley J, Buschang PH. Long-term stability: postretention changes of the mandibular anterior teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013; 144(3): 420-9.
67. Andrews LF. The six keys to normal occlusion. *Am J Orthod.* 1972; 62(3): 296-309.
68. Casco JS, Vaden JL, Kokich VG, Damone J, James RD, Cangialosi TJ et al. Objective grading system for dental casts and panoramic radiographs. *American board of orthodontics. Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 114(5): 589-99.
69. Yared KFG, Zenobio EG, Pacheco W. Periodontal status of mandibular central incisors after orthodontic proclination in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 130(1): 6.e1-8.
70. Ruf S, Hansen K, Panherz H. Does orthodontic proclination of lower incisors in children and adolescents cause gingival recession? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 114(1): 100-6.

71. Bock NC, Ruf S, Wiechmann D, Jilek T. Herbst plus lingual versus Herbst plus labial: a comparison of occlusal outcome and gingival health. *Eur J Orthod.* 2016; 38(5): 478-84.
72. Schwartz JP, Raveli TB, Almeida KCM, Schwartz-Filho HO, Raveli DB. Cone beam tomography study of apical root resorption induced by Herbst appliance. *J Appl Oral Sci.* 2015; 23(5): 479-85.
73. Schwartz JP, Raveli TB, Schwartz-Filho HO, Raveli DB. Changes in alveolar bone support induced by the Herbst appliance: a tomographic evaluation. *Dental Press J Orthod.* 2016; 21(2): 95-101.
74. Lee KM, Kim YI, Park SB, Son WS. Alveolar bone loss around lower incisors during surgical orthodontic treatment in mandibular prognathism. *Angle Orthod.* 2012; 82(4): 637-44.
75. Hägg U, Taranger J. Skeletal stages of the hand and wrist as indicators of the pubertal growth spurt. *Acta Odontol Scand.* 1980; 38(3): 187-200.
76. Schwartz JP. Avaliação tomográfica da reabsorção radicular apical e das alterações no tecido periodontal de suporte induzidas pelo aparelho Herbst [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da Unesp; 2014.
77. Park SH, Yu HS, Kim KD, Lee KJ, Baik HS. A proposal for a new analysis of craniofacial morphology by 3-dimensional computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 129(5): 600.e23-34.
78. Ferreira MC, Garib DG, Cotrim-Ferreira F. Padronização de um método de mensuração das tábuas ósseas vestibular e lingual dos maxilares na tomografia computadorizada de feixe cônico (cone beam). *Dental Press J Orthod.* 2010; 15(1): 49.e1-7.
79. Gribel BF, Gribel MN, Frazão DC, McNamara JA Jr, Manzi FR. Accuracy and reliability of craniometric measurements on lateral cephalometry and 3D measurements on CBCT scans. *Angle Orthod.* 2011; 81(1): 26-35.
80. Patcas R, Müller L, Ullrich O, Peltomäki T. Accuracy of cone-beam computed tomography at different resolutions assessed on the bony covering of the mandibular anterior teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012; 141(1): 41-50.
81. Ponder SN, Benavides E, Kapila S, Hatch NE. Quantification of external root resorption by low- vs high-resolution cone beam computed tomography and periapical radiography: a volumetric and linear analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013; 143(1): 77-91.
82. Pancherz H, Hägg U. Dentofacial orthopedics in relation to somatic maturation. An analysis of 70 consecutive cases treated with the Herbst appliance. *Am J Orthod.* 1985; 88(4): 273-87.
83. Konik M, Pancherz H, Hansen K. The mechanism of class II correction in late Herbst treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997; 112(1): 87-91.
84. Du X, Hägg U, Rabie AB. Effects of headgear Herbst and mandibular step-by-step advancement versus conventional Herbst appliance and maximal jumping of the mandible. *Eur J Orthod.* 2002; 24(2): 167-74.

85. Banks P, Wright J, O'Brien K. Incremental versus maximum bite advancement during twin-block therapy: a randomized controlled clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004; 126(5): 583-8.
86. Pancherz H, Hansen K. Mandibular anchorage in Herbst treatment. *Eur J Orthod.* 1988; 10(2): 149-64.
87. Wiechmann D, Schwestka-Polly R, Pancherz H, Hohoff A. Control of mandibular incisors with the combined Herbst and completely customized lingual appliance--a pilot study. *Head Face Med.* 2010; 6(3): doi: 10.1186/1746-160X-6-3.
88. Bock NC, Ruf S, Wiechmann D, Jilek T. Dentoskeletal effects during Herbst-multibracket appliance treatment: a comparison of lingual and labial approaches. *Eur J Orthod.* 2016; 38(5): 470-7.
89. Moyers RE, van der Linden FPGM, Riolo ML, McNamara JA. Standards of human occlusal development. Ann Arbor: University of Michigan; 1976. (Craniofacial Growth Series, monograph 5).
90. Bock NC, Ruf S. Dentoskeletal changes in adult class II division 1 Herbst treatment--how much is left after the retention period? *Eur J Orthod.* 2012; 34(6): 747-53.
91. Pancherz H. The nature of class II relapse after Herbst appliance treatment: a cephalometric long-term investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991; 100(3): 220-33.
92. Hansen K, Koutsonas TG, Pancherz H. Long-term effects of Herbst treatment on the mandibular incisor segment: a cephalometric and biometric investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997; 112(1): 92-103.
93. Bishara SE, Jakobsen JR, Treder J, Nowak A. Arch width changes from 6 weeks to 45 years of age. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997; 111(4): 401-9.
94. Santoro M, Ayoub ME, Pardi VA, Cangialosi TJ. Mesiodistal crown dimensions and tooth size discrepancy of the permanent dentition of dominican americans. *Angle Orthod.* 2000; 70(4): 303-7.

ANEXO A - Certificados Comitê de Ética

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA

Comitê de Ética em Pesquisa

Certificado

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado "*ESTUDO PROSPECTIVO TOMOGRÁFICO (CBCT) E RADIOGRÁFICO DE INDIVÍDUOS CLASSE II DIVISÃO 1ª DE ANGLE, TRATADOS COM APARELHO DE HERBST, APÓS SURTO DE CRESCIMENTO PUBERAL*", sob o protocolo nº 62/10, de responsabilidade do Pesquisador (a) *DIRCEU BRUNO DE RAVELI* está de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/96, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa-FOAr, com validade de 2 (dois) anos, quando será avaliados o relatório final da pesquisa.

Certify that the research project titled "*PROSPECTIVE TOMOGRAPHY (CBCT) RADIOGRAPHIC STUDY OF INDIVIDUALS CLASS II DIVISION 1 MALOCCLUSION, TREATED WITH HERBST APPLIANCE AFTER GROWTH SPURT*", protocol number 62/10, under Dr. *DIRCEU BRUNO DE RAVELI* responsibility, is under the terms of Conselho Nacional de Saúde/MS resolution # 196/96, published on May 10, 1996. This research has been approved by Research Ethics Committee, FOAr-UNESP. Approval is granted for 2(two) year when the final review of this study will occur.

Araraquara, 8 de fevereiro de 2011.

Prof. Dr. Márcia Aparecida Magalhães
Coordenadora

unesp



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE ARARAQUARA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS

Rua Humaitá, 1680 - 14801-903 Araraquara-SP - FONE: 0xx16 33016432 - FAX: 0xx16 33016433

Araraquara, 11 de dezembro de 2012.

Ofício CEP-FO/CAr. nº 241/2012

Prezado Senhor:

O CEP, em reunião hoje realizada, procedeu a análise do Relatório Parcial do projeto de pesquisa nº 62/10 intitulado *“ESTUDO PROSPECTIVO TOMOGRÁFICO (CBCT) E RADIOGRÁFICO DE INDIVÍDUOS CLASSE II DIVISÃO 1ª DE ANGLE, TRATADOS COM APARELHO DE HERBST, APÓS SURTO DE CRESCIMENTO PUBERAL”*, de sua responsabilidade e, considerou-o APROVADO, bem como sua solicitação de prorrogação no prazo, alteração na metodologia da pesquisa e no quadro de pesquisadores, incluindo os alunos de pós-graduação DANIELA CRISTINA KAMEYAMA e JOÃO PAULO SCHWARTZ.

Lembramos que o próximo relatório deste projeto deverá ser apresentado em **NOVEMBRO/2013**.

Atenciosamente

Prof. Dr. Mauricio Meirelles Nagle
Coordenador do CEP-FO/CAr.

Ilmo. Sr.
Prof. Dr. DIRCEU BARNABÉ RAVELI
DD. Pesquisador Responsável

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS

Rua Humaitá, 1680 - 14801-903 Araraquara - SP - FONE: 0xx16 3301-6432 - FAX: 0xx16 33016433

Ofício CEP-FO/CAR. nº 17/2015

Araraquara, 14 de dezembro de 2015.

Prezado Senhor:

O CEP, em reunião hoje realizada, procedeu a análise do Relatório Parcial do projeto de pesquisa nº 62/10, intitulado *"ESTUDO PROSPECTIVO TOMOGRÁFICO (TDFC) E RADIOGRÁFICO DE INDIVÍDUOS CLASSE II DIVISÃO 1ª DE ANGLE, TRATADOS COM APARELHO DE HERBST, APÓS SURTO DE CRESCIMENTO PUBERAL"*, de sua responsabilidade e considerou-o, APROVADO, bem como sua solicitação de alteração na metodologia da pesquisa.

Lembramos que o relatório final deste projeto deverá ser apresentado em **OUTUBRO/2016**.

Atenciosamente.


Profa. Dra. ANDRÉA GONÇALVES
Vice-coordenadora do CEP-FO/CAR.

Ao Professor Doutor
DIRCEU BARNABÉ RAVEL
DD. Pesquisador Responsável
Faculdade de Odontologia
Neta



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
CÂMPUS DE ARARAQUARA
Faculdade de Odontologia

Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos

Certificado

Certificamos que o relatório final do projeto de pesquisa intitulado "*ESTUDO PROSPECTIVO TOMOGRÁFICO (CBCT) E RADIOGRÁFICO DE INDIVÍDUOS CLASSE II DIVISÃO 1ª DE ANGLE, TRATADOS COM APARELHO HERBST, APÓS SURTO DE CRESCIMENTO PUBERAL*", sob o protocolo nº **62/2010**, de responsabilidade do Pesquisador **DIRCEU BARNABÉ RAVELI** está de acordo com a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 12/12/2012, publicada no DOU de 13/06/2013, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa-FOAr-UNESP.

This is to certify that the final technical report of the research project entitled "*PROSPECTIVE TOMOGRAPHIC (CBCT) AND RADIOGRAPHIC STUDY OF INDIVIDUALS CLASS II DIVISION 1 MALOCCLUSION, TREATED WITH HERBST APPLIANCE AFTER GROWTH SPURT*" protocol number **62/2010**, under **DIRCEU BARNABÉ RAVELI**'s responsibility, is according with the Resolution 466/12 of National Health Council/Ministry of Health of December 12th of 2012, published on DOU in June 13th of 2013. This research has been approved by Research Ethic Committee, FOAr-UNESP.

Araraquara, 22 de Novembro de 2016.

Andréa Gonçalves
Profª. Dra. *Andréa Gonçalves*
Vice-Coordenadora



www.foar.unesp.br

Não autorizo a reprodução deste trabalho até 14 de setembro de 2020

(Direitos de publicação reservados ao autor)

Araraquara, 14 de setembro de 2018

João Paulo Schwartz