



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



JUAN FRANCISCO MARISCAL MUÑOZ

**AVALIAÇÃO TRIDIMENSIONAL DAS MUDANÇAS DENTÁRIAS APÓS AVANÇO
MANDIBULAR COM O APARELHO DE HERBST BANDADO EM INDIVÍDUOS
CLASSE II DIVISÃO 1, APÓS SURTO DE CRESCIMENTO**

Araraquara

2017



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



JUAN FRANCISCO MARISCAL MUÑOZ

**AVALIAÇÃO TRIDIMENSIONAL DAS MUDANÇAS DENTÁRIAS APÓS AVANÇO
MANDIBULAR COM O APARELHO DE HERBST BANDADO EM INDIVÍDUOS
CLASSE II DIVISÃO 1, APÓS SURTO DE CRESCIMENTO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas Área de Ortodontia, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas.

Orientador: Prof. Dr. Dirceu Barnabé Ravelli

Araraquara

2017

Mariscal Muñoz, Juan Francisco

Avaliação tridimensional das mudanças dentárias após avanço mandibular com o aparelho de Herbst bandado em indivíduos classe II divisão 1, após surto de crescimento / Juan Francisco Mariscal Muñoz.-
- Araraquara: [s.n.], 2017

49 f.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Ortodontia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia

Orientador: Prof. Dr. Dirceu Barnabé Ravelli

1. Má oclusão de Angle classe II... 2. Avanço mandibular
3. Aparelhos ortopédicos I. Título

JUAN FRANCISCO MARISCAL MUÑOZ

AVALIAÇÃO TRIDIMENSIONAL DAS MUDANÇAS DENTÁRIAS APÓS AVANÇO
MANDIBULAR COM O APARELHO DE HERBST BANDADO EM INDIVÍDUOS
CLASSE II DIVISÃO 1, APÓS SURTO DE CRESCIMENTO

Comissão julgadora

Dissertação para obtenção do grau de Mestre

Presidente e orientadorProf. Dr. Dirceu Barnabé Ravelli

2º Examinador.....Prof. Dr. Arnaldo Pinzan

3º Examinador.....Prof. Dr. Ary dos Santos Pinto

Araraquara, 23 de Janeiro de 2017.

DADOS CURRICULARES

JUAN FRANCISCO MARISCAL MUÑOZ

NASCIMENTO: 19/06/1989 – Guadalajara, Jalisco

FILIAÇÃO: Eduardo Mariscal Ibarra
Maria de Jesus Muñoz Gonzalez

FORMAÇÃO ACADÊMICA:

2008-2012 Curso de Graduação
Universidade de Guadalajara-UDG

2014-2017 Especialização em Ortodontia
Grupo de Estudos Ortodônticos e Serviços

2014-2016 Curso de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Área de
Concentração em Ortodontia, nível Mestrado, Faculdade de Odontologia
de Araraquara - UNESP

DEDICATORIA

Trabalho dedicado para quem no final das contas, e apesar dos quilômetros, sempre deposita

confiança e fé em mim;

Para quem sempre soube superar os obstáculos que a vida decidiu colocar em qualquer etapa

das nossas vidas;

Para aquele que nunca espera nada em troca;

Minha Pedra, meu lar e meu porto seguro;

Eduardo Mariscal Ibarra.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença nos momentos mais essenciais da minha vida, me abençoando com tudo o que eu tenho ao meu redor, incluindo as pessoas maravilhosas que têm passado pelo meu caminho ao longo deste percorrido. Eu te devo tanto.

Ao meu pai Eduardo Mariscal Ibarra, que com os fundamentos éticos e morais que me deu, consegui me desenvolver em todas as etapas da minha vida, até chegar aqui. Por sempre estar ao meu lado, incondicional, sempre ficarei grato com Deus por ter me colocado nesse mundo contigo.

A minha mãe (In memoriam) que acredito com certeza, que desde algum lugar me suporta nos momentos difíceis, nos quais preciso de uma ajuda não terrenal.

A meu irmão Eduardo Mariscal e a minha amiga Katia Cardoso, que foram peças fundamentais nessa etapa em Araraquara, me ajudando desde o primeiro dia, e até hoje. Muita gratidão por vocês.

Ao meu orientador Prof. Dr. Dirceu Barnabé Ravelli, que sem me conhecer depositou confiança em mim, e com bastante paciência, superando os obstáculos da língua e inexperiência, me orientou ao longo dessa viagem. Agradeço também pelo ensino transmitido,

não só sobre o mundo da ortodontia, se não também daquilo que você sabe fazer muito bem,
gustar a vida! Algum dia espero ter pelo menos uma parte da sua sabedoria.

Sempre ficarei grato com o senhor.

Ao Prof. Dr. Ary dos Santos, quem sempre disponibilizou do tempo dele para me instruir e
ajudar. Seu conhecimento dentro do campo da ortodontia é muito grande, mas nem se
compara com a sua qualidade humana. Obrigado por toda a cooperação neste trabalho.

Ao Prof. Dr. Luiz Gandini, inspiração dentro e fora da ortodontia, que sempre ensinou fazer as
coisas com ética e humildade, e tentando atingir sempre a perfeição. Obrigado por ser meu
primeiro contato na FOAR, e por sempre estar à disposição.

À Profa. Dra. Lídia Parsekian Martins, nunca esquecerei esse acolhimento que a senhora me
deu no começo da minha moradia no Brasil, sempre ficarei grato com você por isso e por
todos os ensinamentos que a senhora me transmitiu de uma maneira íntegra e ilimitada.

Admiro seu valor e coragem para enfrentar os problemas.

Aos meus amigos, que viraram minha família em Araraquara, todos e cada um deles que
fizeram dessa viagem prazerosa, confortável, e cheia de risadas de qualidade, compartilhando
tudo nos tempos bons e nos difíceis. Ricardo Tangari, Maria Tereza Tavares, Nati Da Ponte,

Laura Gonzalez, Cindy Pérez, Talles Oliveira, Alejandro Tejada, Jefferson Trigo, Hernán

Coaguila, Cristian Sánchez, Bárbara Araújo, Laura Galvis, Kassia Dias, Suelen Barros, Elkim

Flores, entre outros. Obrigado por tudo, eu sou afortunado por ter coincidido com vocês nesse

tempo e espaço

Aos meus amigos de especialização, Renata Leão, Eddy Navarro, Rafael, Nathane Bianchin,

Arthur Martucci, Laila Guidetti, Laís Matsumoto, Larissa Mateus. Com os quais compartilhei

risadas, experiências, momentos difíceis e sobre tudo um crescimento pessoal e profissional.

Aos meus companheiros de mestrado e doutorado, Kelei, Glaucia, Tatyane, Luis, Glaucia,

Anderson, Patrícia, Roberto, Joao Paulo, Priscila, Wendel. Até hoje continuo aprendendo

junto e de vocês. Obrigado pela parceria e disponibilidade sempre.

Ao meu amigo e parceiro Jonas Bianchi, quem ao longo desse tempo, desde o começo da

especialização e do mestrado me apoio e foi paciente em todo momento, mesmo nos

momentos com diferenças de opiniões. Por mais parcerias e noites no sitio, sempre estarei

grato com você.

A nossa casa de estudos, a faculdade de odontologia de Araraquara UNESP, incluindo a todos

os funcionários e professores, que fazem desta bela instituição ser uma das melhores do

mundo.

Ao Brasil, país rico em cultura, qualidade humana e belas paisagens. Nunca esquecerei do meu segundo lar, e a gratidão sempre será meu primeiro pensamento sobre esse belo país, que mesmo com os problemas presentes, não duvido no potencial para seguir melhorando

Mariscal JF. Avaliação tridimensional das mudanças dentárias após avanço mandibular com o aparelho de Herbst bandado em indivíduos classe II divisão 1, após surto de crescimento [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2016.

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar tridimensionalmente as mudanças dentárias após avanço mandibular com o aparelho de Herbst bandado em indivíduos classe II divisão 1, após surto de crescimento. A amostra deste trabalho constituiu-se de modelos ortodônticos pré (T1) e pós tratamento (T2) de 34 pacientes (21 indivíduos masculinos e 13 femininos, idade média 16,2) portadores de má oclusão de Classe II divisão 1, que receberam na média terapia de avanço mandibular durante 8 meses. Estes modelos de estudo foram digitalizados (R700, 3Shape®) em oclusão habitual e analisados tridimensionalmente através do software VistaDent®. Em função de objetivos específicos, dividiu-se o trabalho em dois estudos. O primeiro estudo foi desenvolvido com o intuito de detectar efeitos acontecidos após 8 meses de avanço mandibular com aparelho de Herbst bandando, sobre a Curva de Spee (CDS) mandibular, índice de irregularidade de Little e inclinação vestibulo-lingual dos incisivos inferiores. A análise estatística foi realizada por meio do teste t de Student, com nível de significância de 5%, precedido do teste de Levene, para analisar a hipótese de igualdade das variâncias. Incremento na profundidade da CDS (média - 1,47 mm, $P < 0,00005$), aumento no índice de irregularidade (média-1,89 mm; $P < 0,00005$), e foi encontrada uma diferente proclinação entre incisivos laterais (32: média, 3,01, $P < 0,05$; 42: média, 3,83, $P < 0,005$) e incisivos centrais mandibulares (31: média, 1,80°, $P < 0,05$; 41: média, 2,43°, $P < 0,05$). Resultados sugeriram uma mudança negativa clinicamente significativa na profundidade da CDS, incremento no índice de irregularidade e proclinação diferenciada dos incisivos inferiores, após 8 meses de terapia com aparelho de Herbst bandado.

O segundo estudo teve como objetivo de avaliar os efeitos dentários transversais imediatos após 8 meses de avanço mandibular com aparelho de Herbst bandando, na distância intercaninos, interpré-molares e intermolares assim como a rotação dos primeiros molares maxilares e mandibulares. Comparação estatística das variáveis pré e pós-tratamento e dimorfismo de gênero foi feita através do teste t de Student com

um nível de significância de 5% precedido do teste de Levene, para analisar a hipótese de igualdade das variâncias. Diferenças na homogeneidade de gênero dentro da amostra (T1) provocou a separação do grupo para avaliação individual (masculino/feminino) em algumas das variáveis estudadas. Incremento nas distâncias interpré-molares da maxila (15-25: média 1,66 mm; 14-24: média 1,36 mm), mudanças insignificantes nas distâncias intercaninos (Mandibular: média 0.02 P=947; Maxilar: média 0.36 mm; P =0,177), ausência de rotações nos molares e um leve incremento nas distâncias intermolares (maxilar: média 0,80 mm; mandibular: média 0,06 mm) foram os resultados mais relevantes do trabalho. Resultados sugeriram mudanças transversais significativas nas distâncias interpré-molares maxilares, intermolares maxilar e mandibular com ausência de rotações e uma estabilidade das distâncias intercaninos.

Palavras-chave: Má Oclusão de Angle Classe II. Avanço mandibular. Aparelhos Ortopédicos.

Mariscal JF. Three-dimensional evaluation of mandibular dental effects with a banded Herbst appliance on Class II division 1 individuals, post growth spurt [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2016.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate three-dimensional mandibular dental effects with a banded Herbst appliance on Class II division 1 individuals, post growth spurt. The sample of this work constituted with pre-treatment (T1) and post-treatment (T2) orthodontic models of 34 patients (21 male, 13 female, average of 16,2 years-old) with Class II division 1 malocclusion, who received a mandibular advanced therapy during 8 months, were digitalized (R700, 3Shape®) in habitual occlusion and three-dimensionally analyzed through VistaDent® software

In function of specific objectives this investigation was divided in 2 different studies. The first one with the intention of detecting dental effects of mandibular advancement with a Banded Herbst appliance over the Curve of Spee during 8 months; irregularity index of Little and vestibular-lingual inclination of the mandibular incisors. Statistical analysis was done through the *T student* test, with a level of significance of 5%, preceded by the Levene test, to analyze the equality of variances. Increase in depth of CDS (average -1,47 mm, $P < 0,00005$), as well as the index of irregularity (average -1,89 mm; $P < 0,00005$); a different proclination was found in between lateral incisors (32: average, -3,01, $P < 0,05$; 42: average, -3,83, $P < 0,005$) and mandibular central incisors (31: average, -1,80°, $P < 0,05$; 41: average, -2,43°, $P < 0,05$). (31: average: -1,80°, $P < 0,05$; 41: average, -2,43°, $P < 0,05$). The results reflected a clinically significant negative effect in CDS depth, increase in the index of irregularity and differentiated proclination of mandibular incisors, after an 8-month therapy with Herbst banded appliance.

The objective of the second study was to evaluate the immediate transversal dental effects after 8 months of mandibular advancement with a banded Herbst appliance, on inter-canine, inter-premolar and inter-molar distance; as well as the rotation of the mandibular and maxillary first molars. The statistical comparison between pre-treatment and post-treatment variances and gender dimorphism was made through the Student *t* test, with a level of significance of 5%, preceded by the Levene test, to

analyze the hypothesis of variances equality. Differences in gender homogeneity in the sample (T1) provoked a group separation, becoming an individual evolution (male/female) in some of the studied variables.

Increase in maxillary inter-premolar distances (15-25: average 1,66 mm; 14-24: average 1,36 mm), insignificant statistical changes within inter-canine distances (Mandibular: average 0.02 P=947; Maxillary: average 0.36 mm; P =0,177), absence of rotation in molars and slight increase in inter-molar distances (maxillary: average 0,80 mm; mandibular: average 0,06 mm) were the most relevant increases in this research. The results suggested significant transversal changes in maxillary inter-premolar distances, maxillary and mandibular inter-molar rotation absence and instability of inter-canine distance.

Key words: Class II malocclusion. Mandibular advancement. Orthodontic devices.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 PUBLICAÇÃO 1.....	19
Efeitos dentais imediatos no arco mandibular após uso do aparelho de Herbst bandado, em indivíduos pós surto de crescimento.....	
	19
3 PUBLICAÇÃO 2.....	29
Mudanças transversais imediatas após terapia de avanço mandibular com aparelho de Herbst Bandado em indivíduos com má oclusão de Classe II, divisão primeira após surto de crescimento.	
	29
4 CONCLUSÃO FINAL	42
REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

Má oclusão de Classe II, representa a presença de problemas funcionais e estéticos que podem produzir transtornos psicológicos para o paciente portador, afetando substancialmente a qualidade de vida (Agou¹,2008). A etiologia é atualmente atribuída à combinação de fatores genéticos e ambientais que se manifestam afetando diretamente a morfologia dento-esquelética, tendo uma grande variabilidade nas combinações de estruturas atingidas negativamente entre cada um dos pacientes portadores (McNamara²,1981) que segundo Stahl et al.³ (2008) as desarmonias criadas não apresentam uma tendência de autocorreção com o crescimento.

Uma grande variedade de alterações esqueléticas e dentais podem acontecer nas dimensões anteroposteriores, verticais e transversais dos pacientes portadores de má oclusão de Classe II. Retrognatismo mandibular é uma das características no sentido anteroposterior mais prevalente, com uma diminuição evidente no ângulo SNB. O aumento na altura facial anterior é reportado também como o defeito mais frequente no sentido vertical. Existe uma coincidência na literatura nas características dentárias da má oclusão sustentadas na classificação de Angle, tendo como características mais comuns a retroinclinação dos incisivos maxilares e a proclinação dos incisivos inferiores (Khateeb⁴,2009). O sentido transversal desse tipo de pacientes também é um plano afetado negativamente pela má oclusão, com as distâncias interpré-molares superiores diminuídas e os molares superiores com tendência a uma inclinação vestibular tentando compensar o insuficiente osso basal (Usa⁵,2005). Embora existam estas afirmações sobre prevalência, uma quantidade muito grande de combinações diferentes podem ser diagnosticadas dentro desse tipo de má oclusão (Moyers⁶,1980).

Diferentes tipos de abordagens terapêuticas têm sido desenvolvidas dentro da ortodontia com intuito de aprimorar as necessidades estéticas e funcionais dos pacientes com má oclusão de Classe II. A ortopedia é uma das terapias que visam a correção oclusal através do estímulo mecânico e/ou funcional, pelo qual diferentes tipos de dispositivos têm sido desenvolvidos sendo divididos em duas grandes áreas: fixos e removíveis. Ainda a eficácia de tratamentos com ortopedia é um tópico de debate, com resultados controversos na literatura ortodôntica (D'Antó⁷,2015).

Um dos dispositivos que tem sido reportado na literatura como um dos mais eficientes entre os aparelhos ortopédicos funcionais é o aparelho de Herbst (Manni⁸,2016), dispositivo fixo que entra dentro da classificação “bite-jumping”, tendo como principal vantagem a não dependência da cooperação do paciente, o que tem produzido uma grande aceitação por parte do clínico. Desde seu desenvolvimento pelo alemão Emil Herbst no ano de 1905 (Pancherz⁹,2003), ainda hoje em dia existem intuitos por aprimorar este tipo de aparelho, desde a procura do melhor tipo de ancoragem utilizado (Marchi¹⁰,2016) até a mais recente incorporação de mini implantes ortodônticos tentando minimizar a vestibularização dos incisivos inferiores (Manni⁸,2016), efeito colateral produzido pelo dispositivo, reportado na maioria dos estudos (Barnett¹,2008).

Existe hoje em dia também uma controvérsia sobre qual é a etapa ideal de crescimento do indivíduo onde pode-se aproveitar ao máximo o potencial de correção dentária e esquelética produzida pelo dispositivo de Herbst. Segundo Franchi et al.¹² (2013) a utilização de dispositivos ortopédicos durante o surto de crescimento puberal representa incrementos significativamente maiores no comprimento mandibular e na altura do ramo mandibular, associado com um significativo avanço do mento quando comparado com tratamento pós surto de crescimento. Por outro lado, Ruf e Pancherz¹³ (2003) com respeito ao máximo estímulo de crescimento mandibular e a estabilidade a longo prazo do tratamento, sugerem que o período ideal para utilizar o dispositivo é durante a dentição permanente, logo depois do surto de crescimento puberal, devido à maior quantidade de contatos oclusais o que produz uma maior engrenagem dentária e ao mesmo tempo uma maior estabilidade oclusal evitando futuras recidivas. Apesar da controvérsia, resultados e estabilidade a longo prazo das correções produzidas têm sido reportados na literatura (Pancherz¹⁴,2013).

Modelos digitais ortodônticos são confiáveis tanto quanto os modelos de estudo tradicionais, com uma alta precisão, reprodutibilidade e confiabilidade. Com as vantagens em termos de custo, tempo e espaço para armazenamento requerido, modelos digitais podem ser considerados o novo padrão ouro na prática atual (Rossini¹⁵,2016). Uma outra grande vantagem é a possibilidade de analisar de forma tridimensional efeitos exclusivamente dentais sem precisar de tecnologias invasivas como a tomografia de feixe cônico.

Esse trabalho consiste na apresentação de dois estudos analisando efeitos dentais ocorridos em pacientes Classe II, pós surto de crescimento puberal, que receberam terapia com aparelho de Herbst bandado, durante um período médio de 8 meses. O primeiro estudo consiste na avaliação dos efeitos sobre a curva de Spee mandibular, índice de irregularidade de Little, e uma avaliação individual da vestibularização dos quatro incisivos inferiores. O segundo estudo aborda os efeitos na parte transversal maxilar e mandibular (distancia intercaninos, interpré-molares e intermolares) assim como a mensuração da possível rotação dos quatro primeiros molares. Não foi encontrado pelos autores trabalhos anteriores com abordagens semelhantes.

A importância de estudar a curva de Spee é a preocupação do ortodontista sobre o aplainamento da mesma no final do tratamento ortodôntico, um dos objetivos que segundo Andrews¹⁶ (1972), visam uma maior estabilidade pós-tratamento e uma melhor função mastigatória. O efeito colateral deste aplainamento mais citado na literatura sobre os incisivos inferiores é a vestibularização (Barnett¹¹,2008, Pancherz¹⁷,2014, Martin,¹⁸ 2009), mas a maioria dos estudos são baseados em imagens radiográficas bidimensionais tomando como ponto de referência quase sempre um dos incisivos centrais, o mais proeminente dentro do arco inferior.

2 PUBLICAÇÃO 1

Efeitos dentais imediatos no arco mandibular após uso do aparelho de Herbst Bandado, em indivíduos pós surto de crescimento.*

Resumo:

Objetivo: Detectar efeitos dentais tridimensionais imediatos após 8 meses de avanço mandibular com aparelho de Herbst bandando, sobre a Curva de Spee (CDS), índice de irregularidade de Little e inclinação vestibulo-lingual dos incisivos inferiores.

Materiais e métodos: Modelos ortodônticos pré (T1) e pós tratamento (T2) de 34 pacientes (21 indivíduos masculinos e 13 femininos, idade média 16,2 anos) portadores de má oclusão de Classe II divisão 1, que receberam na média terapia de avanço mandibular durante 8 meses, foram digitalizados (R700, 3Shape®) em oclusão habitual e analisados tridimensionalmente através do software VistaDent®

Resultados: Foram observados incrementos na profundidade da **CDS** (média 1,47 mm. $P < 0,00005$), aumento no índice de **irregularidade** (média 1,89 mm; $P < 0,00005$), e foi encontrada diferente **proclinação** entre incisivos laterais (32: média, 3,01. $P < 0,05$; 42: média, 3,83. $P < 0,005$) e incisivos centrais mandibulares (31: média, 1,80°. $P < 0,05$; 41: média, 2,43°. $P < 0,05$).

Conclusão: Resultados sugeriram uma mudança negativa clinicamente significativa na profundidade da CDS, incremento no índice de irregularidade e proclinação diferenciada dos incisivos inferiores, após 8 meses de terapia com aparelho de Herbst bandado.

Introdução.

Ainda existe controvérsia nos efeitos esqueléticos sagitais mandibulares na correção da má oclusão de Classe II com o aparelho de Herbst^{7,11,19,20}, mesmo antes ou após o surto de crescimento^{21,13}, sendo os efeitos dentários de maior relevância na correção da relação molar, canina e na redução do Overjet promovidos pelo aparelho funcional fixo^{11,17,22}. Embora a efetividade na terapia funcional comprovada ao longo dos anos com uma boa estabilidade,^{14,17,23} a maioria das vezes a vestibularização dos incisivos inferiores é o principal efeito colateral reportado na literatura, piorando uma das características mais comuns da Classe II^{4,24,25}.

A curva de Spee (CDS) característica natural da dentadura nos mamíferos, analisada pela primeira vez por F. Spee²⁶, tem o desenvolvimento atribuído a uma série de fatores, incluindo o crescimento das estruturas orofaciais, desenvolvimento do sistema neuromuscular, e a erupção dentária^{27,28}. CDS exagerada é uma característica frequente da má oclusão de Classe II divisão 1^{27,29,30}. Segundo Andrews¹⁶ atingir a profundidade leve ou nula, deve ser um dos objetivos principais do tratamento ortodôntico, pois acredita-se que a excessiva profundidade altera o balanço muscular, levando a uma função oclusal deficiente²⁹.

Não foi achado pelos autores estudos avaliando efeitos sobre a profundidade da CDS produzidos por qualquer tipo de aparelho Herbst. O objetivo dessa pesquisa foi utilizar modelos dentais digitais 3D para avaliar as alterações induzidas pelo aparelho de Herbst bandado na CDS mandibular, índice de Irregularidade (Little)³¹ e inclinação anteroposterior dos incisivos inferiores.

Material e métodos.

Foi utilizada nesse estudo retrospectivo documentação ortodôntica de 34 pacientes portadores de má oclusão Classe II Divisão 1 tratados com um tipo de aparelho de Herbst bandado por dois ortodontistas experientes, no departamento de Clínica infantil da Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -UNESP (Araraquara, São Paulo, Brasil).

Pacientes (13 mulheres, 21 homens) com idade média inicial de 16 anos e um mês incluídos no estudo, começaram a terapia após surto de crescimento puberal avaliado através do método de maturação esquelética carpal segundo atlas de Graulich Pyle³² (FPut - união epifisária total na falange proximal do terceiro dedo, FMut - união epifisária total na falange média do terceiro dedo e/ou Rut - união epifisária total do rádio). A combinação de mudanças maxilares e mandibulares na correção da má oclusão de classe II com qualquer tipo de protocolo têm sido reportadas na literatura.^{33,10,34,35}. Foram analisados modelos de estudo do arco superior e inferior antes (T1) e após tratamento durante um período de 8 meses (T2). Características amostrais estão resumidas na tabela 1.

Os critérios de inclusão foram:

*Artigo formatado para publicação no periódico “Angle Orthodontist”

- Pacientes com ANB>5°, classe II divisão primeira, overjet >5mm, índice de irregularidade mandibular (index³¹) <8mm, padrão vertical exagerado foi excluído.
- Dentadura permanente completa exceto terceiro molar irrompido
- Todos os dentes com morfologia normal
- Modelos de estudo com dentes sem desgastes, caries ou restaurações afetando o comprimento mesiodistal ou bucolingual da coroa,

Critério de exclusão:

- Modelos de estudo mostrando imperfeições ou variáveis anatômicas foram descartados

Os pacientes foram tratados com aparelho de Herbst bandado (Fig. 1) com uma barra transpalatina soldada às bandas sobre os molares maxilares permanentes e um arco lingual soldado aos primeiros molares permanentes mandibulares, ambos segmentos unidos por um mecanismo telescópico (Flip-Lock- Tip Orthodontics) A posição construtiva foi registrada com a mandíbula protruída 5.0 mm (avanço médio), em uma fase só, colocando o paciente numa mordida topo a topo^{36,37}.

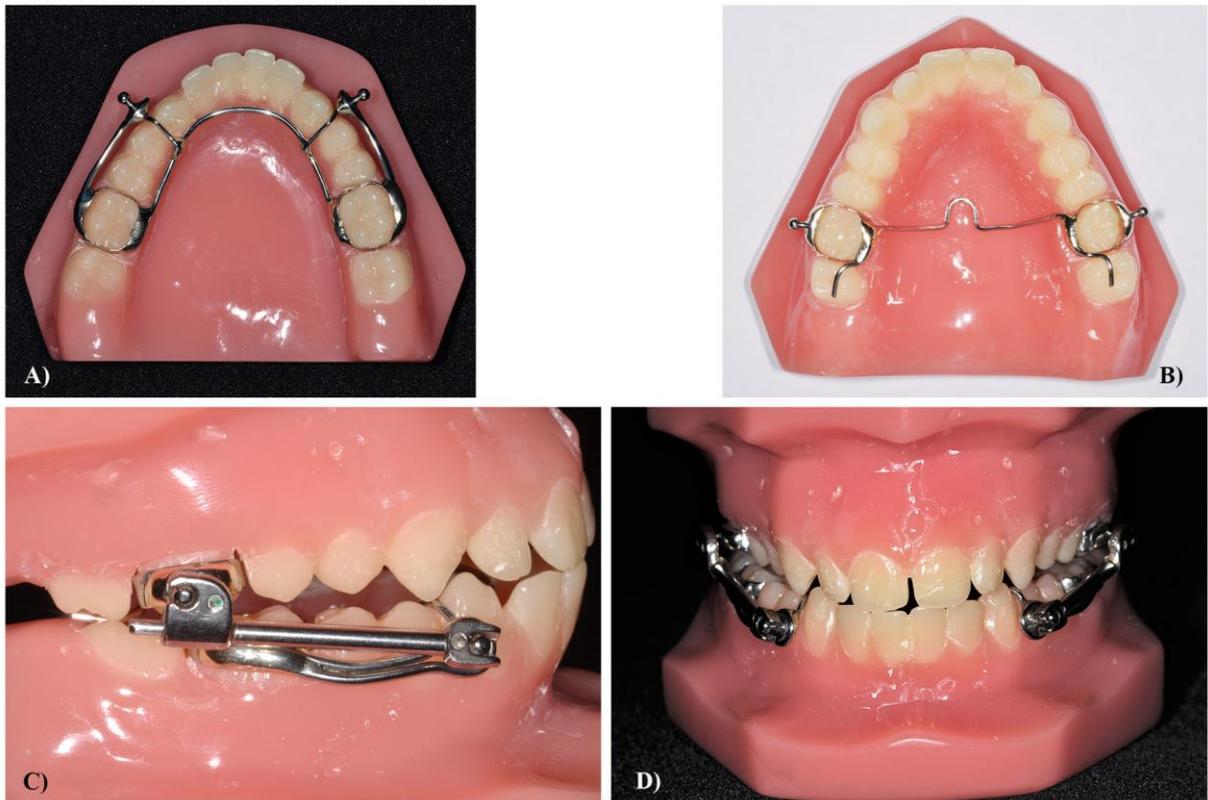


Fig. 1. Aparelho de Herbst Bandado Utilizado. (A) Ancoragem inferior: bandas, arco lingual e cantiléver vestibular indo até mesial do canino inferior (B) Ancoragem Superior: Bandas, barra Palatina e extensão no segundo molar (C) Mecanismo telescópico: Conectores e tubo (D) Vista frontal do aparelho instalado, protrusão da mandibular em uma relação topo a topo de incisivos.

Modelos ortodônticos de gesso do paciente (T1 e T2) foram digitalizados pelo mesmo operador com procedimentos idênticos no escâner tridimensional de mesa R700 (3Shape, Copenhagen, Denmark), com precisão e confiabilidade comprovada.^{38,39} Adequado recorte dos modelos em intercuspidação habitual do paciente foi utilizado para construção do modelo 3D em oclusão. Utilizando pontos, planos e linhas, mensurações necessárias foram feitas através do software VistaDent® 3D Pro, Versão 2.1 (Dentsply, GAC).

Digitalização dos pontos de referência.

Foram colocados pontos no limite gengival do eixo facial da coroa clínica (EFCC) dos incisivos inferiores na intersecção do dente e a gengiva marginal (IDGM) pela parte lingual, nos pontos de contato anatômico entre os quatro incisivos inferiores e mesial do canino, pontos na parte mais proeminente das cúspides dos pré-molares e cúspide buco-mesial dos primeiros molares mandibulares. (Fig. 2)

Planos de referência.

Três pontos palatinos na IDGM dos caninos e no segundo pré-molar direito foram utilizados como referência para criar um plano maxilar.^{41,42} Plano oclusal mandibular foi definido por um ponto anterior entre as bordas dos incisivos centrais esquerdo e direito e dos posteriores nas cúspides disto-bucais dos segundos molares.^{43,30,27} Plano representando os incisivos inferiores foi criado individualmente em cada dente, através de um ponto inferior pela face lingual na IDGM em direção do EFCC e dois pontos superiores na distal e mesial da borda.

Mensurações

A distância perpendicular desde a cúspide bucal dos dentes envolvidos até o plano oclusal mandibular construído foi avaliada, e o ponto mais profundo da CDS foi calculado tanto no lado esquerdo como no lado direito. A profundidade foi definida como a média entre ambos os lados (Fig.2, B).²⁷ O índice de irregularidade de Little³¹ foi obtido pela somatória das cinco mensurações da distância linear entre o ponto de contato anatômico e o ponto de contato adjacente dos dentes anteriores mandibulares (Fig.2, A).^{44,15,45} A inclinação buco-lingual dos incisivos inferiores foi mensurada através do valor do ângulo criado entre o plano representando cada um dos elementos e o plano maxilar (Fig.2, C e D).

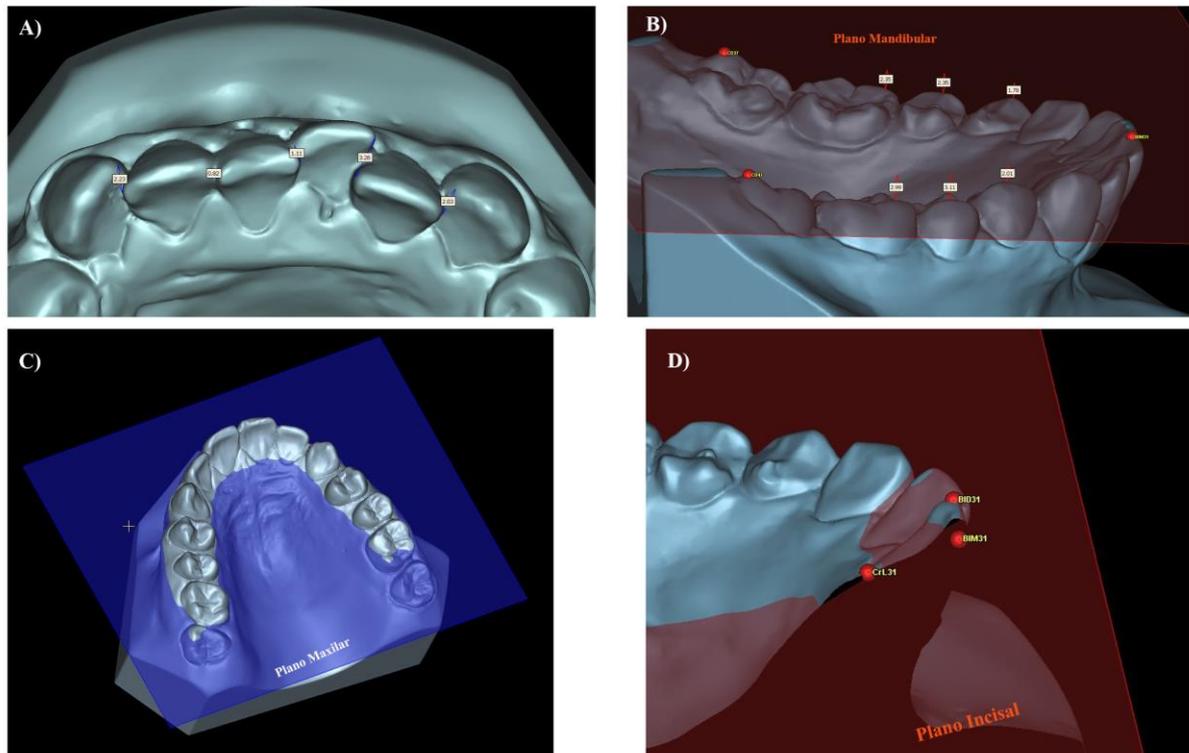


Fig. 2. Análise Virtual. (A) Índice de Irregularidade (Little), soma das distâncias interproximais entre pontos de contato dos elementos anteriores mandibulares (B) Mensuração da profundidade da Curva de Spee (C) Plano maxilar de referência (D) Plano Incisal do elemento 32 utilizado para mensurar inclinação vestibulo-lingual.

Análise Estatística

As informações geradas foram importadas para o software GraphPad® versão 6.01 (Califórnia, US) para sua análise estatística.

Com o intuito de avaliar a reprodutibilidade e o erro do método, todas as mensurações foram repetidas duas vezes em 24 modelos, pelo mesmo operador, com um intervalo de duas semanas após realização da primeira mensuração, os resultados quantitativos foram comparados através do coeficiente de correlação intraclassa (ICC) e teste “t” pareado.⁴⁶ Todas as variáveis apresentaram distribuição normal, através do teste Kolmogorov-Smirnov, foi utilizado o teste paramétrico “t” de *student* previa utilização do teste de Levene (F) para comprovação de igualdade de variáveis, tendo como objetivo determinar se existia a homogeneidade amostral, igualdade na resposta dos efeitos entre gêneros e diferenças estatísticas entre a fase inicial e o T2. O nível de significância utilizado nesse estudo foi de 0.05 (P valor).

Resultados

O erro metodológico não foi estatisticamente significativo. Modelos de 24 indivíduos foram analisados duas vezes. A precisão e o erro do método entre as duas avaliações foram avaliados através do teste “t” e o Índice de correlação intraclasse (ICC).

As avaliações das respostas do aparelho dentro dos dois grupos classificados pelo dimorfismo de gênero (feminino e masculino) não apresentaram diferenças estatisticamente significantes em nenhuma das variáveis estudadas, portanto foi considerada uma amostra uniforme misturando homens e mulheres. (Tabela 2)

A estatística descritiva de cada uma das variáveis, a média aritmética e o desvio padrão são resumidos na (Tabela 3). Durante o tratamento (T1-T2), houve um aumento no índice de irregularidade dos incisivos inferiores (média, 2.08 mm; $P < 0.001$), a profundidade da CDS mandibular também apresentou um incremento (média, 1.47 mm, $P < 0.001$). A inclinação dos incisivos foi caracterizada pela quantidade de movimentação para vestibular diferente entre incisivos centrais (31: média, 1.80°, $P < 0.05$; 41: média, 2.43°, $P < 0.05$) e os laterais (32: média, 3.01°, $P < 0.05$; 42: média, 3.83°, $P < 0.005$)

Discussão

Segundo Pancherz¹³ com relação à máxima estimulação do crescimento mandibular e a estabilidade a longo prazo, o período ideal de tratamento da má oclusão de classe II com aparelho de Herbst é na dentadura permanente logo depois do pico de crescimento, devido ao menor tempo de contenção após tratamento.^{22,47} Ainda assim essas afirmações apresentam controvérsias relacionadas com outras hipóteses onde se estabelece que o maior aproveitamento no crescimento sagital da mandíbula (>2mm) apresenta-se em maior quantidade durante o tratamento realizado durante o pico de crescimento.^{7,19,21,48}

Os nossos resultados sobre índice de irregularidade de Little diferem daqueles achados em pesquisas prévias, Hansen e col.⁴⁹ reportaram uma mudança positiva (média: 0.7 mm, $P < 1.5$ mm), igualmente Pancherz et al.¹⁷ reportaram reduções semelhantes com Herbst bandado (média: 0.5 mm, $P < 1.5$ mm). Embora no primeiro estudo não foi reportado o tipo de ancoragem utilizada, acreditamos que o aumento na quantidade de irregularidade na nossa amostra aconteceu por causa da maior quantidade no começo do tratamento (5.58 mm) comparada com outros estudos (Hansen: 3.5mm; Pancherz: 3.5 mm). Sem dúvidas o aumento na irregularidade é um

efeito colateral indesejado. Segundo Yitschaky et al.⁵⁰ cada milímetro de apinhamento aliviado no arco ocorre 0.5° de proclinação dos incisivos inferiores.

Uma das vantagens no nosso estudo, foi a utilização de uma metodologia diferente às utilizadas até a nossa revisão de literatura na avaliação dos efeitos do aparelho de Herbst por outros autores. Os estudos utilizando imagens 3D tem sido feitos com tomografia de feixe cônico e avaliando áreas diferentes^{35,51}. Modelos dentais tridimensionais permitiram a avaliação individualizada de cada um dos incisivos inferiores os quais apresentam um efeito colateral coincidente na literatura sobre o aparelho de Herbst.^{7,10,11,14,17-23,33,35,47} Tem sido relacionado com o tipo de ancoragem utilizada¹⁰ e a quantidade de avanço durante a terapia¹⁸.

A revisão sistemática de Barnett et al.¹¹ conclui uma proclinação imediata de 4° nos incisivos inferiores após remoção do aparelho de Herbst. Os nossos resultados com inclinação avaliada individualmente dente por dente, foram semelhantes com os reportados em alguns estudos^{11,14,18} nos incisivos laterais (32: média, 4.01°; 42: média, 3.83°) e diferentes da maioria dos estudos nos incisivos centrais (31: média, 2.30°; 41: média, 2.43°), mas com uma movimentação vestibular consistente. A importância do controle da vestibularização do incisivo durante o avanço mandibular pode estar relacionada com a quantidade de crescimento mandibular⁵² e com os cuidados na saúde periodontal dos incisivos⁵³.

O anatomista F. Graf Von Spee em um artigo original do ano 1890, descreve pela primeira vez a CDS como uma linha dentro de um cilindro, tangente à borda anterior do côndilo, a superfície oclusal do segundo molar, e as bordas incisais dos incisivos inferiores. Segundo os trabalhos de Hitchcock⁵⁴ respeitando as teorias do F. Spee, se determinou que a metodologia mais recomendada para determinar clinicamente a profundidade da CDS é construindo um plano pela margem da cúspide do dente mais posterior do arco e as bordas incisais dos incisivos centrais e mensurando a distância até a cúspide vestibular de cada um dos dentes envolvidos. Porém existem diferenças na mensuração com outros autores^{55,56} os quais sugerem a cúspide do canino como ponto anterior na construção do plano de mensuração. Em nosso trabalho escolheu-se a utilização da primeira opção coincidente com a maioria dos trabalhos sobre CDS. O aumento na profundidade da CDS na nossa amostra (média: 1,47mm) apresenta sem dúvida um efeito colateral indesejado o qual acrescentou as mensurações iniciais já aumentadas negativamente (média: 2,56mm), pela característica da má oclusão de classe II divisão 1.²⁷ Esse efeito colateral toma uma maior relevância na segunda fase

do tratamento, onde se tem diferentes pontos de vista sobre a correção da profundidade da CDS.

É geralmente aceito que o nivelamento da profundidade da CDS constitui uma importante contribuição ao sucesso do tratamento ortodôntico. Aplainamento da CDS através da técnica do arco reto tem sido reportado com sucesso⁵⁷⁻⁶¹, com um mecanismo que tem como principal componente a extrusão dos pré-molares mandibulares (média: 1,26mm)⁵⁹ e intrusão relativa dos incisivos. Segundo Burstone⁶² a mecânica de arco reto não representa uma intrusão de incisivos verdadeira pela inclinação horária que acontece, e propôs, para casos específicos a correção da CDS com intrusão do segmento anterior, técnica descrita por Weiland⁶³ como superior, quando uma intrusão verdadeira dos incisivos é necessária. Os dois métodos de nivelamento apresentam sucesso com uma estabilidade relativa semelhante⁶³ sendo a inclinação dos incisivos o efeito diferenciado entre as duas opções e que poderia agravar a vestibularização dos incisivos já protruídos pelo efeito do aparelho de Herbst.

Segundo a pesquisa realizada por Pandis et al.⁶⁴ para cada 1 mm de nivelamento da CDS ocorre uma proclinação de incisivo de 4°, sem incremento do comprimento do arco. Por outro lado, no modelo matemático criado por Germane et al.⁵⁷ se estabelece que é preciso 1mm de circunferência no arco para nivelar cada 1 mm de CDS.

O método de avaliação da inclinação dos incisivos inferiores por meio de modelos digitais, apresentou reprodutibilidade e precisão aceitáveis, e permitiu a avaliação individual de cada elemento, diferentes daqueles estudos cefalométricos.

Conclusões:

O aparelho de Herbst bandado utilizado durante 8 meses em pacientes Classe II divisão 1, pós-surto de crescimento, induziu alterações clinicamente negativas em todas as variáveis estudadas. Foi apresentado incremento na profundidade da CDS mandibular (média: 1,47 mm), na quantidade de irregularidade (Little) nos incisivos inferiores (média: 1.89mm) e uma movimentação constante para vestibular nos incisivos inferiores, mas diferenciada em relação à intensidade individual de cada elemento, sendo maior nos incisivos laterais (31: média, 1,80°; 41: média, 2,43°; 32: média, 3,01°; 42: média, 3,83°).

Anexos:

Tabela 1. Características Amostrais Iniciais

Características Amostrais Iniciais			
	Homens	Mulheres	Média Geral
Gênero	21	13	34
Idade	15-18 (16,1)	15-18 (16,2)	16,2
ANB	6,2	5,9	6,0
Altura Facial (S-Go/N-Me) (%)	62,9	63,0	62,9
Overbite	3,0	3,2	3,1
Overjet	6,6	6,4	6,5
Apinhamento (Índice de Little)	6,1	6,2	6,1
mm de Classe II molar bilateral	4,04	3,01	3,5

Tabela 2. Teste de Homogeneidade

Teste de Homogeneidade					
Variável	Masculino		Feminino		P valor
	Média	DP	Média	DP	
Little	6,23	1,33	6,06	1,45	0,731
CDS	2,65	0,62	2,50	0,79	0,579
IVL31	139,80	6,62	142,73	5,44	0,181
IVL32	138,77	8,88	139,22	4,62	0,850
IVL41	139,89	6,32	142,93	6,04	0,180
IVL42	139,58	5,51	140,84	6,17	0,558

Tabela 3. Teste T

Teste T							
Variável	T1		T2		Diferença		
	Média	SD	Média	SD	Média	Erro Padrão	P valor
Little	6,13	1,39	8,20	1,59	2,08	0,17	0,000
CDS	2,56	0,72	4,03	1,19	1,47	0,14	0,000
IVL31	141,54	6,02	143,34	6,19	1,80	0,67	0,011
IVL32	139,04	6,51	142,06	8,45	3,01	1,14	0,012
IVL41	141,69	6,24	144,13	7,10	2,43	1,04	0,025
IVL42	140,33	5,86	144,16	7,63	3,83	0,92	0,000

3 PUBLICAÇÃO 2

Mudanças transversais imediatas após terapia de avanço mandibular com aparelho de Herbst bandado em indivíduos com má oclusão de Classe II, divisão primeira após surto de crescimento. *

Resumo:

Objetivo: Avaliar efeitos dentários transversais imediatos após 8 meses de avanço mandibular com aparelho de Herbst bandando, nas distâncias intercaninos, interpré-molares e intermolares assim como a rotação dos primeiros molares maxilares e mandibulares

Materiais e métodos: Modelos ortodônticos pré (T1) e pós tratamento (T2) de 34 pacientes (21 indivíduos masculinos e 13 femininos, idade média 16,2 anos) portadores de má oclusão de Classe II divisão 1, que receberam terapia de avanço mandibular durante 8 meses, foram digitalizados (R700, 3Shape®) em oclusão habitual e analisados tridimensionalmente através do software VistaDent®. Imagem radiográfica lateral de crânio foi utilizada para padronização da amostra. Comparação estatística das variáveis pré e pós-tratamento e dimorfismo de gênero foi feita através do teste t de *Student* com um nível de significância de 5% precedido do teste de Levene, para analisar a hipótese de igualdade das variâncias. Diferenças na homogeneidade de gênero dentro da amostra (T1) provocou a separação do grupo para avaliação separada (masculino e feminino) em algumas das variáveis estudadas.

Resultados: Incremento nas distâncias interpré-molares da maxila (15-25: média 1,66 mm; 14-24: média 1,36 mm), mudanças insignificantes nas distâncias intercaninos (mandibular: média 0,02. $P=0,947$; maxilar: média 0,36 mm. $P=0,177$), ausência de rotações nos molares e um leve incremento nas distâncias intermolares (maxilar: média 0,80 mm; mandibular: média 0,06 mm) foram os resultados mais relevantes do trabalho.

Conclusão: Resultados sugeriram mudanças transversais significativas nas distâncias interpré-molares maxilares, intermolares maxilar e mandibular com ausência de rotações e uma estabilidade nas distâncias intercaninos superior e inferior.

*Artigo formatado para publicação no periódico "Angle Orthodontist"

Introdução

Dimensões transversais menores no arco maxilar em pacientes com má oclusão Classe II divisão 1 têm sido reportadas na literatura^{5,65,66}. Etiologias como respiração bucal⁶⁷, hábitos de sucção anormais⁶⁸, inserção e atividade muscular⁶⁹ e o padrão vertical de crescimento tem sido associadas com essa diminuição transversal que tem implicações no diagnóstico e planejamento ortodôntico afetando o espaço disponível, estética dentária e estabilidade do tratamento⁷⁰.

O aparelho de Herbst tem demonstrado efetividade e estabilidade na correção anteroposterior da má oclusão de Classe II¹⁴, utilizando como mecanismo efeitos esqueléticos e dentais, incluindo o crescimento sagital mandibular, deslizamento anterior do arco mandibular, redução sagital do crescimento maxilar, deslizamento posterior do arco maxilar e remodelação da articulação temporomandibular⁸. Os efeitos dentais são responsáveis pela maioria das mudanças na correção acima dos efeitos esqueléticos⁷, ainda assim existe um intuito para melhorar os efeitos colaterais reportados na literatura, procurando o mais efetivo método de ancoragem mandibular, incluindo a recente inclusão do uso de mini implantes⁸.

O desenho original do aparelho promovido originalmente por Emil Herbst e retomado pelo Pancherz⁷¹ em 1979 começou com a utilização de um arco lingual mandibular com conexão de pré-molar a pré-molar do lado contrário mas sem conexão entre o lado esquerdo e direito das partes maxilares do dispositivo, utilização de uma barra transpalatina (TPA) no maxilar com intuito de evitar o máximo possível rotação dos primeiros molares e manter as afetadas dimensões transversais no arco foi reportada pela primeira vez na literatura por McNamara e Howe⁷².

Não foi achada na nossa revisão de literatura trabalhos sobre efeitos transversais após avanço mandibular com aparelho de Herbst bandado. O objetivo do presente trabalho foi avaliar possíveis mudanças transversais nas distâncias intercaninos, interpré-molares e intermolares produzidas após terapia com esse aparelho ortopédico fixo, e a rotação dos primeiros molares bimaxilares em pacientes pós surto de crescimento puberal.

Material e métodos.

Foi utilizada nesse estudo retrospectivo documentação ortodôntica de 34 pacientes portadores de má oclusão Classe II Divisão 1 tratados com um tipo de aparelho de Herbst bandado por dois ortodontistas experientes, no departamento de Clínica Infantil

da Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -UNESP (Araraquara, São Paulo, Brasil).

Os Pacientes (13 mulheres, 21 homens) com idade média de 16 anos e um mês incluídos no estudo, começaram a terapia após surto de crescimento puberal avaliado através do método de maturação esquelética carpal segundo atlas de Graulich Pyle³² (FPut - união epifisária total na falange proximal do terceiro dedo, FMut - união epifisária total na falange média do terceiro dedo e/ou Rut - união epifisária total do rádio). A combinação de mudanças maxilares e mandibulares na correção da má oclusão de classe II com qualquer tipo de protocolo têm sido reportadas na literatura.^{33,10,34,35} Por tanto não foi feito neste estudo uma distinção entre os componentes da má oclusão classe II (retrusão mandibular, protrusão maxilar, etc.).^{6,73} Foram analisados modelos de estudo do arco superior e inferior antes (T1) e após tratamento durante um período de 8 meses (T2). Características amostrais estão resumidas na tabela 1.

Os critérios de inclusão foram:

- Pacientes com ANB>5°, classe II divisão primeira bilateral, overjet >5mm, índice de irregularidade mandibular (Little(31)) <8mm, padrão vertical exagerado excluído.
- Dentadura permanente completa exceto terceiro molar irrompido
- Todos os dentes com morfologia normal
- Modelos de estudo com dentes sem desgastes, cáries ou restaurações afetando o comprimento mesiodistal ou bucolingual da coroa,

Critério de exclusão:

- Modelos de estudo mostrando imperfeições ou variáveis anatômicas foram descartados
- Deficiência transversal maxilar, mordida cruzada posterior

Os pacientes foram tratados com aparelho de Herbst bandado (Fig. 1), com uma barra transpalatina soldada às bandas sobre os molares maxilares permanentes e um arco lingual soldado aos primeiros molares permanentes mandibulares, ambos segmentos unidos por um mecanismo telescópico (Flip-Lock- Tip Orthodontics) A posição construtiva foi registrada com a mandíbula protruída 5.0 mm (avanço médio), em uma fase só, colocando o paciente numa mordida topo a topo de incisivos.^{36,37}

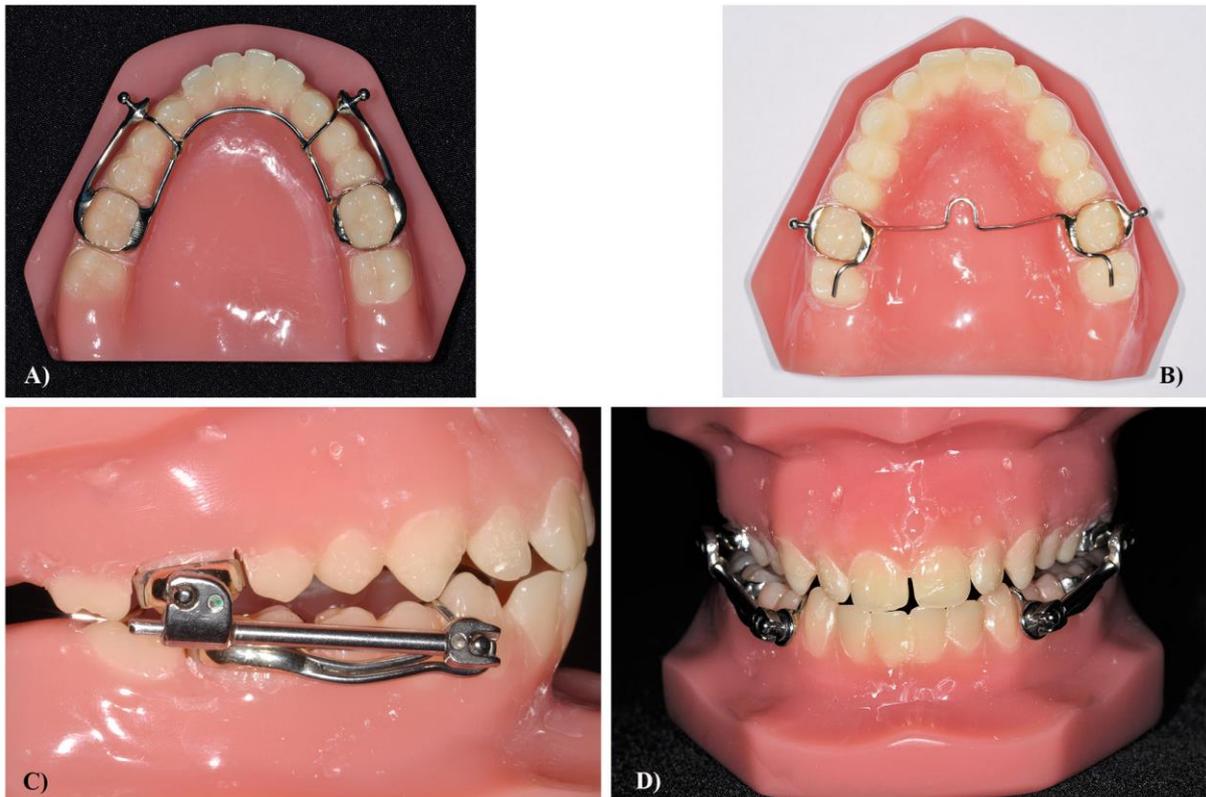


Fig. 1. Aparelho de Herbst Bandado Utilizado. (A) Ancoragem inferior: bandas, arco lingual e cantilêver vestibular indo até mesial do canino inferior (B) Ancoragem Superior: Bandas, barra Palatina e extensão no segundo molar (C) Mecanismo telescópico: Conectores e tubo (D) Vista frontal do aparelho instalado, protrusão da mandibular em uma relação topo a topo de incisivos.

Modelos de gesso do paciente (T1, T2) foram digitalizados pelo mesmo operador com procedimentos idênticos no escâner tridimensional de escritório R700 (3Shape, Copenhagen, Denmark), com precisão e confiabilidade comprovada.^{38,39} Adequado recorte dos modelos em intercuspidação habitual do paciente foi utilizado para construção do modelo 3D em oclusão. Utilizando pontos, planos e linhas, mensurações necessárias foram feitas através do software VistaDent® 3D Pro, Versão 2.1 (Dentsply, GAC).

Digitalização dos pontos de referência.

Foram colocados pontos na intersecção dente-gengiva marginal (IDGM) na direção do eixo facial da coroa clínica (EFCC) dos caninos, pré-molares e molares (cúspides mesiais e distais) bimaxilares tanto na face palatal/lingual como na vestibular. Um ponto virtual foi criado pelo software exatamente na metade entre o ponto na face vestibular e na palatal/lingual de cada elemento (Fig. 2 (A)). No caso dos primeiros molares maxilares e mandibulares, esse ponto intermediário foi criado tanto na direção da cúspide mesial assim como na distal. Por último foram colocados pontos nas

cúspides vestibulares (pré-molares) e mesiovestibular (Primeiros molares) e na cúspide dos caninos.

Planos de referência.

Três pontos palatinos na IDGM dos caninos e no segundo pré-molar direito foram utilizados como referência para criar um plano maxilar.^{41,42} O plano sagital mediano foi criado passando através de um ponto na parte posterior da papila incisal (ponto reproduzível e com estabilidade ao longo do desenvolvimento maxilar) e sendo totalmente perpendicular ao plano maxilar (Fig. 2 (B)).

Mensurações transversais.

Distâncias diretas entre a cúspides vestibular de caninos, pré-molares e molares (Mesio-vestibular) até a cúspide homóloga do lado contrário foram mensuradas¹⁵ tanto na maxila como na mandíbula (Fig. 2 (C)). Também o ponto meio cervical de cada elemento foi mensurado com o homologo do lado contrário (Fig. 2 (D)). A distância perpendicular entre o plano sagital mediano e o ponto cervical meio mesial e o meio distal foi mensurada individualmente em cada um dos primeiros molares, para esclarecer se existia algum tipo de rotação no molar durante o tratamento. Os nomes das variáveis são descritos na Tabela 2.

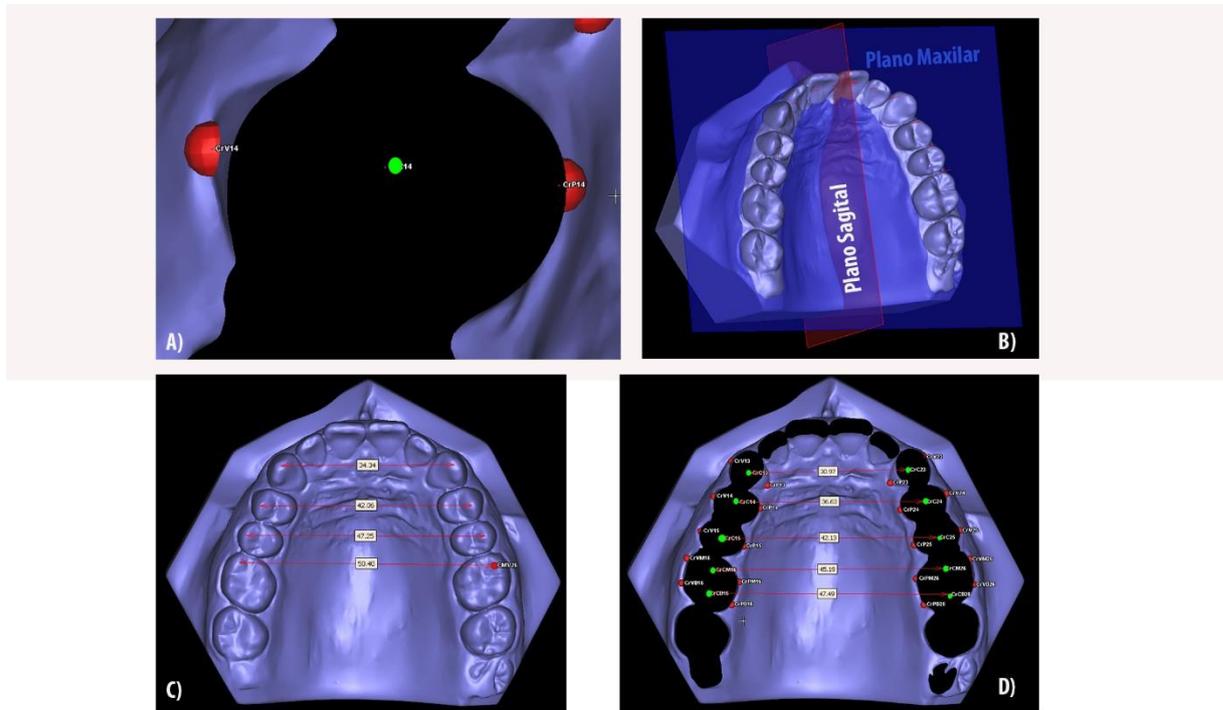


Fig. 1. Análise Virtual. (A) Pontos (vermelhos) digitalizados na interseção dente-gengiva marginal pela vestibular e pela palatina na direção do EVCC, e ponto meio (verde) criado virtualmente na metade dos anteriores, procedimento feito em caninos, pré-molares e molares dos quatro quadrantes (B) Planos de referência: Plano Maxilar (Azul) e o plano Sagital Mediano (Vermelho) utilizado para mensurar individualmente a rotação dos primeiros molares mandibulares e maxilares (C) Distancias transversais mensuradas cúspide a cúspide do lado oposto (D) Distancias mensuradas do ponto meio cervical de cada dente (verde) até o ponto homólogo do lado contrário.

Análise Estatística.

As informações geradas foram importadas para o software GraphPad® versão 6.01 (Califórnia, US) para sua análise estatística.

Com o intuito de avaliar a reprodutibilidade e o erro do método, todas as mensurações foram repetidas duas vezes em 24 modelos, pelo mesmo operador, com um intervalo de duas semanas após a realização da primeira repetição, os resultados quantitativos foram comparados através do coeficiente de correlação intraclassa (ICC) e teste “t” pareado.⁴⁶ Todas as variáveis apresentaram distribuição normal, através do teste Kolmogorov-Smirnov, por tanto foi utilizado o teste paramétrico “t” de *Student* (prévia utilização do teste de Levene (F) para comprovação da igualdade de variáveis) tendo como objetivo determinar se existia a homogeneidade amostral, igualdade na resposta dos efeitos entre gêneros e diferenças estatísticas entre a fase inicial e o T2. O nível de significância utilizado nesse estudo foi de 0.05 (P valor).

Resultados.

O erro metodológico não foi estatisticamente significativo. As avaliações das respostas do aparelho dentro dos dois grupos classificados pelo dimorfismo de gênero (feminino e masculino) apresentaram diferenças estatisticamente significantes em algumas das variáveis estudadas. Portanto foi só em alguns casos considerada uma amostra uniforme misturando homens e mulheres. (Tabela 3)

A comparação entre os dois tempos de avaliação apresentou um alto nível de semelhança com só 8 variáveis mostrando diferenças estatísticas (Tabela 4). Os efeitos significantes estatisticamente aconteceram na maioria das vezes na maxila e sempre com aumentos nas distâncias transversais, segundo pré-molar superior (cúspide: média, 1,66 mm; $P < 0,000$; cervical: média, -1,18 mm; $P < 0,000$), primeiro pré-molar superior (cúspide: média, 1,36 mm; $P < 0,001$; cervical: média, 0,86 mm; $P < 0,011$), o primeiro molar apresentou um leve aumento transversal (cúspide: média, 0,80 mm, $P < 0,045$) mas sem movimentação na região cervical (cervical mesial: média, 0,67 mm; $P < 0,011$, cervical distal: média, 0,63 mm, $P < 0,011$). Na região mandibular aconteceu um leve aumento na distância intermolares no gênero feminino (cúspide: média, 0,78 mm, $P < 0,020$) diferente daquela acontecida no masculino apresentada insignificante (cúspide: média, 0,64 mm, $P < 0,200$).

Discussão.

Segundo estudos de crescimento sobre desenvolvimento transversal, distância intercaninos e a distância intermolares incrementam significativamente entre os 3 e 13 anos de idade em ambos arcos maxilar e mandibular^{68,74}. Embora essas mudanças apresentem-se em diferentes idades cronológicas entre homens e mulheres⁷⁵, com suporte nessas afirmações e na padronização esquelética da amostra, podemos concluir que as mudanças acontecidas nas variáveis aconteceram como consequência da mudança no ambiente intraoral devido à presença do aparelho de Herbst.

Uysal et al⁵, utilizando uma amostra com poder representativo, analisaram dimensões transversais em pacientes portadores de má oclusão de Classe II comparando com pacientes Classe I, reportando a distância intercaninos, interpré-molares e a base alveolar na maxila mais estreitas nos pacientes Classe II; no entanto reportaram a distância intermolares superior e inferior maiores nos pacientes, devido à tendência de inclinação vestibular para compensar a insuficiente base alveolar existente na má oclusão de classe II. Essa afirmação faz a barra transpalatina (TPA) ter uma maior relevância no intuito de manter a distância intermolares estável com o mínimo de movimentação para vestibular possível. Embora Kojima et al⁷⁶ manifestaram efetividade da TPA passiva na prevenção de movimentação transversal do primeiro molar maxilar na nossa pesquisa foi achado um leve incremento (média: 0,80 mm) mas sem manifestação de rotação.

Distância intercaninos inferior natural do paciente, segundo Blake e Bibby⁷⁷, deve ser mantida intacta o máximo possível, devido a que a expansão transversal dessa distancia representa a mais previsível das recidivas na ortodontia. A distância intercaninos mandibular reportada aumentada⁵ nos pacientes Classe II, na nossa pesquisa foi mantida durante o tratamento da má oclusão sem alterações estatisticamente significativas ($P=0.947$), fato acontecido pela função do arco lingual que segundo Viglianisi et al.⁷⁸ evita a diminuição do comprimento do arco.

Sem dúvida as maiores mudanças transversais aconteceram na região dos pré-molares maxilares, acontecendo sempre uma movimentação vestibular. A diferença no aumento na distância entre os pré-molares superiores tendo como referência as cúspides (UL4-UR4: média 1,36 mm; UL5-UR5: média 0,80 mm) e entre o ponto cervical central dos mesmos (UL4Cr-UR4Cr: média 0,86 mm; UL5Cr-UR5Cr: média 1,18 mm) indicaram uma leve inclinação vestibular.

Este tipo de movimentação poderia ser atribuído a vários fatores. O primeiro deles é o próprio mecanismo de funcionamento do aparelho de Herbst no arco maxilar, que inclui a distalização dos molares superiores²² o que provoca a resposta das fibras transeptais encarregadas de manter as relações mesiodistais do dente⁷⁹, tracionando de maneira natural os pré-molares através do rebordo alveolar o qual vai aumentando em dimensões no segmento posterior.

Um outro fator contribuinte poderia ser a ruptura do equilíbrio muscular intraoral, pois pistões laterais do aparelho afastam o músculo buccinador da superfície vestibular dos dentes posteriores, funcionando como escudos vestibulares do aparelho de Frankel, onde sem ter as mesmas dimensões nem as mesmas proporções do escudo original, a pressão vestibular sobre o dente é eliminada. Segundo Frankel⁸⁰ os músculos no interior da capsula de tecidos moles rodeando o espaço oral apresentam um potencial de controle do espaço, que deve ser considerado um fator importante na morfogênese das estruturas dentoalveolares.

No arco mandibular as dimensões transversais na área dos pré-molares apresentaram-se estatisticamente insignificantes, acontecimento que pode ser atribuído ao fato da língua ficar liberada só no arco superior tendo contato direto na superfície palatal e no entanto no arco mandibular a língua fica em contato com o arco lingual. Por outro lado, a tabua óssea vestibular recobrimdo os dentes posteriores mandibulares é muito mais densa que a tabua vestibular maxilar o que provavelmente influenciou na movimentação para vestibular dos pré-molares superiores⁸¹.

A barra transpalatina (TPA) foi mecanicamente analisada com anterioridade por Yukio⁷⁶, no estudo baseado em elementos finitos, demonstrou a efetividade preventiva de rotações e movimentos transversais. Apesar dessas afirmações, nos primeiros molares maxilares aconteceu um leve incremento na distância intermolares (UL6-UR6: média 0,80mm). No entanto as duas medidas utilizadas para avaliar rotação desde os pontos cervicais na parte mesial e distal do molar apresentaram mudanças significantes semelhantes (URM6Cr-ULM6Cr: média 0,67 mm; UL5-UR5: média 0,63 mm) o que poderia indicar a ausência de rotações e uma inclinação vestibular.

A movimentação do primeiro molar inferior para mesial é um mecanismo de correção da classe II coincidente na literatura^{11,17,82}. A distância intermolares inferior variável significativa que apresentou diferenças de gênero (P=0,043) onde os valores apresentaram-se exclusivamente significativos no gênero feminino (P=0,02) ocorrendo um aumento na distância entre as cúspides (LL6-LR: média 0,78 mm)

embora na parte cervical não aconteceu movimentação significativa (LRM6Cr-LLM6Cr: $P=0.227$; LRD6Cr-LLD6Cr: $P=0.824$) o que sugeriu uma movimentação vestibular nas mulheres.

Os efeitos transversais acontecidos após o avanço mandibular com aparelho de Herbst bandado apresentaram-se favoráveis para as dimensões transversais já afetadas naturalmente na má oclusão de Classe II divisão 1.

Conclusão

O aparelho de Herbst bandado utilizado durante 8 meses em pacientes Classe II divisão 1, pós-surto de crescimento não induziu alterações estatisticamente significantes nas distâncias intercaninos superior e inferior. As distâncias interpré-molares mantiveram-se sem alterações no arco inferior, no entanto, no arco superior houve alterações significativas. O aumento nas distâncias cúspide- cúspide entre os segundos pré-molares superiores (média: 1,66 mm) e dos primeiros pré-molares superiores (média: 1,36 mm) apresentaram-se diferentes daquelas mensuradas em um ponto mais cervical (2°: média, -1,18 mm; 1° média, 0,86 mm), diferença que indica uma leve inclinação para vestibular, além do aumento transversal ocorrido.

A distância intermolares superior apresentou um leve aumento transversal na mensuração cúspide-cúspide (média: 0,80), no entanto na região cervical não houve significância estatística, portanto pode se concluir que aconteceu também uma leve inclinação vestibular.

Existiu uma diferença estatisticamente significativa entre gêneros na distância intermolares inferiores cúspide-cúspide, encontrando-se um aumento exclusivamente no gênero feminino (média, 0,78 mm).

Anexos:

Tabela 1. Descrição das variáveis

Descrição das Variáveis	
UL3-UR3	Distância intercaninos superior
UL3Cr-UR3Cr	Distancia intercaninos cervical superior
LL3-LR3	Distancia intercaninos inferior
LL3Cr-LR3Cr	Distancia intercaninos cervical inferior
UL4-UR4	Distancia interpré-molares (1) superior
UL4Cr-UR4Cr	Distancia interpré-molares cervical (1) superior
LL4-LR4	Distancia interpré-molares (1) inferior
LL4Cr-LR4Cr	Distancia interpré-molares cervical (1) inferior
UL5-UR5	Distancia interpré-molares (2) superior
UL5Cr-UR5Cr	Distancia interpré-molares cervical (2) superior
LL5-LR5	Distancia interpré-molares (2) inferior
LL5Cr-LR5Cr	Distancia interpré-molares cervical (2) inferior
UL6-UR6	Distância intermolares superior
LL6-LR6	Distancia intermolares inferior
URM6Cr-PSM	Distância entre ponto cervical mesial do primeiro molar superior direito e o plano sagital mediano
URD6Cr-PSM	Distância entre ponto cervical distal do primeiro molar superior direito e o plano sagital mediano
ULM6Cr-PSM	Distância entre ponto cervical mesial do primeiro molar superior esquerdo e o plano sagital mediano
ULD6Cr-PSM	Distância entre ponto cervical distal do primeiro molar superior esquerdo e o plano sagital mediano
LLM6Cr-PSM	Distância entre ponto cervical mesial do primeiro molar inferior direito e o plano sagital mediano
LLD6Cr-PSM	Distância entre ponto cervical distal do primeiro molar inferior direito e o plano sagital mediano
LRM6Cr-PSM	Distância entre ponto cervical mesial do primeiro molar inferior esquerdo e o plano sagital mediano
LRD6Cr-PSM	Distância entre ponto cervical distal do primeiro molar inferior esquerdo e o plano sagital mediano
URM6Cr- ULM6Cr	Distancia intermolares superior, ponto cervical mesial direito e esquerdo
URD6Cr- ULD6Cr	Distancia intermolares superior, ponto cervical distal direito e esquerdo
LRM6Cr- LLM6Cr	Distancia intermolares inferior, ponto cervical mesial direito e esquerdo
LRD6Cr-LLD7Cr	Distancia intermolares inferior, ponto cervical distal direito e esquerdo

Tabela 2. Características amostrais Iniciais

Características Amostrais Iniciais			
	Homens	Mulheres	Média Geral
Gênero	21	13	34
Idade	15-18 (16,1)	15-18 (16,2)	16,2
ANB	6,2	5,9	6,0
Altura Facial (S-Go/N-Me) (%)	62,9	63,0	62,9
Overbite	3,0	3,2	3,1
Overjet	6,6	6,4	6,5
Apinhamento (Índice de Little)	6,1	6,2	6,1
mm de Classe II molar bilateral	4,04	3,01	3,5

Tabela 3. Teste de Homogeneidade

Teste de Homogeneidade					
T1					
Homens			Mulheres		P valor (T1)
Média	DP	Média	DP		
UL3-UR3	34,52	1,99	33,38	2,51	0,16
UL3Cr-UR3Cr	31,60	1,95	30,32	1,88	0,07
LL3-LR3	27,39	2,22	26,40	2,26	0,22
LL3Cr-LR3Cr	25,34	1,84	24,34	0,90	0,08
UL4-UR4	41,77	2,18	41,07	2,49	0,40
UL4Cr-UR4Cr	36,68	1,95	35,36	2,34	0,09
LL4-LR4	35,72	2,05	35,00	1,80	0,31
LL4Cr-LR4Cr	33,52	1,98	32,50	1,09	0,10
UL5-UR5	47,44	2,21	46,46	2,64	0,26
UL5Cr-UR5Cr	41,84	1,87	40,34	2,46	0,06
LL5-LR5	41,59	1,86	40,27	2,32	0,08
LL5Cr-LR5Cr	39,46	1,76	38,22	1,56	0,05
UL6-UR6	44,05	2,67	42,35	2,00	0,06
LL6-LR6	47,05	2,90	45,03	2,19	0,04
URM6Cr-PSM	22,56	1,72	21,67	2,17	0,20
URD6Cr-PSM	24,13	1,86	23,08	2,42	0,17
ULM6Cr-PSM	22,53	1,66	20,73	2,16	0,01
ULD6Cr-PSM	24,10	2,00	22,01	2,25	0,01
LLM6Cr-PSM	22,00	1,81	20,66	1,73	0,04
LLD6Cr-PSM	23,74	2,20	22,01	2,06	0,03
LRM6Cr-PSM	21,57	1,76	21,34	0,92	0,67
LRD6Cr-PSM	23,38	1,97	23,02	1,22	0,55
URM6Cr- ULM6Cr	45,15	2,23	42,44	3,49	0,01
URD6Cr-ULD6Cr	48,30	2,40	45,12	3,52	0,00
LRM6Cr-LLM6Cr	43,67	2,64	42,14	1,85	0,08
LRD6Cr-LLD6Cr	47,23	2,82	45,17	2,18	0,03

Tabela 4. Teste T

Teste T								
	P Valor um Grupo	Média T1	Média T2	Dif. de Médias	P valor Masculino	Dif. de Médias	P valor Feminino	Dif. Médias
UL3-UR3	0,177	34,07	34,42	-0,36				
UL3Cr-UR3Cr	0,530	31,09	30,59	0,50				
LL3-LR3	0,947	27,00	27,01	-0,02				
LL3Cr-LR3Cr	0,478	24,95	24,82	0,12				
UL4-UR4	0,001	41,49	42,85	-1,36				
UL4Cr-UR4Cr	0,011	36,16	37,02	-0,86				
LL4-LR4	0,060	35,44	36,02	-0,58				
LL4Cr-LR4Cr	0,124	33,12	33,46	-0,34				
UL5-UR5	0,000	47,06	48,71	-1,66				
UL5Cr-UR5Cr	0,000	41,25	42,43	-1,18				
LL5-LR5	0,153	41,07	41,61	-0,53				
LL5Cr-LR5Cr	0,874	38,97	39,00	-0,03				
UL6-UR6	0,045	50,58	51,39	-0,80				
LL6-LR6	0,024	46,26	46,95	-0,69	0,200	0,64	0,020	0,78
URM6Cr-PSM	0,097	22,21	22,48	-0,27				
URD6Cr-PSM	0,251	23,72	23,91	-0,20				
ULM6Cr-PSM	0,128	21,82	22,24	-0,42	0,164	0,66	0,865	0,05
ULD6Cr-PSM	0,135	23,28	23,73	-0,45	0,115	0,79	0,808	-0,08
LLM6Cr-PSM	0,097	22,21	22,48	-0,27	0,340	0,36	0,331	0,25
LLD6Cr-PSM	0,251	23,72	23,91	-0,20				
LRM6Cr-PSM	0,792	21,48	21,44	0,04				
LRD6Cr-PSM	0,322	23,24	23,07	0,17				
URM6Cr-ULM6Cr	0,029	44,08	44,76	-0,67	0,058	0,96	0,240	0,22
URD6Cr-ULD6Cr	0,030	47,05	47,68	-0,63	0,040	0,96	0,551	0,14
LRM6Cr-LLM6Cr	0,227	43,07	43,30	-0,23				
LRD6Cr-LLD6Cr	0,824	46,42	46,46	-0,04	0,970	-0,05	0,365	0,17

Tabela 5. Diferença na resposta entre gêneros

Diferença na resposta entre gêneros								
	Masculino		Feminino		Diferença			
	Média	DP	Média	DP	Média	Erro padrão	F	P valor
UL3-UR3	0,46	1,74	0,19	1,01	0,27	0,11	0,06	0,614
UL3Cr-UR3Cr	0,39	1,94	-0,10	0,54	0,49	0,28	0,00	0,294
LL3-LR3	0,01	1,61	0,03	1,14	-0,03	0,04	0,22	0,953
LL3Cr-LR3Cr	-0,07	1,20	-0,20	0,54	0,13	0,12	0,01	0,686
UL4-UR4	1,92	2,40	0,49	1,21	1,44	0,20	0,02	0,030
UL4Cr-UR4Cr	1,19	2,27	0,34	0,51	0,85	0,37	0,00	0,120
LL4-LR4	0,64	1,89	0,48	1,47	0,16	0,02	0,37	0,781
LL4Cr-LR4Cr	0,33	1,46	0,36	0,83	-0,03	0,10	0,05	0,955
UL5-UR5	2,31	2,61	0,65	0,80	1,67	0,36	0,00	0,013
UL5Cr-UR5Cr	1,58	2,03	0,58	0,52	0,99	0,31	0,00	0,048
LL5-LR5	0,44	2,32	0,68	1,75	-0,24	0,04	0,31	0,754
LL5Cr-LR5Cr	0,03	1,36	0,03	0,91	0,00	0,05	0,15	0,990
UL6-UR6	1,29	2,66	0,05	0,93	1,24	0,34	0,00	0,067
LL6-LR6	-0,64	2,04	-0,78	0,99	0,14	0,18	0,01	0,798
URM6Cr-PSM	0,32	0,86	0,19	1,00	0,14	-0,08	0,54	0,686
URD6Cr-PSM	0,18	0,91	0,21	1,07	-0,03	-0,09	0,53	0,931
ULM6Cr-PSM	0,66	1,81	0,05	0,94	0,62	0,14	0,02	0,210
ULD6Cr-PSM	0,79	1,92	-0,08	1,11	0,87	0,12	0,06	0,111
LLM6Cr-PSM	0,36	1,40	0,25	0,89	0,11	0,07	0,11	0,782
LLD6Cr-PSM	0,26	1,52	0,22	1,21	0,04	0,01	0,41	0,935
LRM6Cr-PSM	-0,11	1,00	0,07	0,77	-0,18	0,01	0,35	0,587
LRD6Cr-PSM	-0,28	1,06	-0,01	0,88	-0,27	-0,01	0,53	0,452
URM6Cr-ULM6Cr	0,96	2,07	0,22	0,65	0,74	0,28	0,00	0,225
URD6Cr-ULD6Cr	0,96	1,91	0,14	0,80	0,82	0,21	0,00	0,152
LRM6Cr-LLM6Cr	0,21	1,33	0,27	0,62	-0,06	0,13	0,01	0,887
LRD6Cr-LLD7Cr	-0,05	1,17	0,17	0,67	-0,22	0,08	0,05	0,535

4 CONCLUSÃO GERAL

A metodologia desenvolvida e empregada para a realização dos trabalhos aqui apresentados, permitiu uma avaliação com adequada confiabilidade e precisão, utilizando uma tecnologia não invasiva que pode ser aproveitada em futuras pesquisas não só sobre o aparelho de Herbst.

Os resultados descritos no primeiro estudo, sugerem mudanças negativas utilizando esse tipo de aparelho de Herbst bandado, em pacientes com má oclusão de Classe II divisão 1 pós surto de crescimento puberal, aumentando a profundidade da CDS inferior, aumento na quantidade de irregularidade dos incisivos inferiores, e produzindo uma inclinação vestibular dos incisivos inferiores com distintas intensidades entre cada um deles. Futuros estudos são necessários para a comparação das variáveis estudadas utilizando outros tipos de ancoragem mandibular (splint), e para avaliar se o efeito descrito sobre a CDS mandibular aconteceu só de forma transitória como consequência das inclinações dentais ocorridas ou trata-se realmente de um efeito negativo com maiores consequências a longo prazo na segunda fase de tratamento com aparelho ortodôntico fixo.

No segundo estudo, mudanças transversais aconteceram principalmente entre os primeiros e segundo pré-molares superiores, encontrando-se uma com o aumento cúspide-cúspide e o ponto cervical o que sugere uma inclinação vestibular entre esses elementos. As distâncias intercaninos mantiveram-se constantes sem alterações estatísticas. Os molares superiores sofreram um aumento transversal leve entre a distância mensurada cúspide-cúspide e se mantendo sem alterações a distância no ponto mais cervical, portanto, uma inclinação vestibular aconteceu. No arco inferior houve respostas transversais diferenciadas, apresentando-se a distância intermolares estatisticamente significativa só no gênero feminino.

O aumento das distâncias transversais descritas no segundo trabalho, não representam um risco clínico que comprometa a já afetada anatomia transversal nos pacientes Classe II divisão 1. Pode se inferir que a barra transpalatina (TPA) e o arco lingual foram efetivos, permitindo só uma leve movimentação para vestibular dos primeiros molares e mantendo sem modificações a distância intercaninos inferior e a superior.

REFERÊNCIAS

1. Agou S, Locker D, Streiner DL, Tompson B. Impact of self-esteem on the oral-health-related quality of life of children with malocclusion. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008;134(4):484–9.
2. McNamara J A. Components of class II malocclusion in children 8-10 years of age. *Angle Orthodontist.* 1981;52(3): 177–202.
3. Stahl F, Baccetti T, Franchi L, McNamara J A. Longitudinal growth changes in untreated subjects with Class II Division 1 malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;134(1):125–37.
4. Khateeb E, Khateeb SN. Anteroposterior and vertical components of class ii division 1 and division 2 malocclusion. *Angle Orthod.* 2009;79(5):859–66.
5. Uysal T, Kurt G, Ramoglu SI. Dental and Alveolar Arch Widths in Normal Occlusion, Class II division 1 and Class II division 2. *Angle Orthod.* 2005;75(6):941–7.
6. Moyers RE, Riolo ML, Guire KE, Wainright RL, Bookstein FL. Differential diagnosis of class II malocclusions. Part 1. Facial types associated with class II malocclusions. *Am J Orthod.* 1980;78(5):477–94.
7. D'Antó V, Bucci R, Franchi L, Rongo R, Michelotti A, Martina R. Class II functional orthopaedic treatment: A systematic review of systematic reviews. *J Oral Rehabil.* 2015;42(8):624–42.
8. Manni A, Mutinelli S, Pasini M, Mazzotta L, Cozzani M. Herbst appliance anchored to miniscrews with 2 types of ligation: Effectiveness in skeletal Class II treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2016;149(6):871–80.
9. Pancherz H. History, background, and development of the Herbst appliance. *Semin Orthod.* 2003;9(1):3–11.
10. Marchi LC, de Arruda Aidar LA, Tortamano A, Dominguez GC. The skeletal and dental effects of two kinds of Herbst appliances. *J World Fed Orthod.* 2016;5(1):28–34.
11. Barnett G A, 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.

12. Franchi L, Pavoni C, Faltin K, McNamara JA, Cozza P. Long-Term skeletal and dental effects and treatment timing for functional appliances in Class II malocclusion. *Angle Orthod.* 2013;83(2):334–40.
13. Ruf S, Pancherz H. When is the ideal period for Herbst therapy—early or late? *Semin Orthod.* 2003;9(1):47–56.
14. Pancherz H, Bjerklin K, Hashemi K. Late adult skeletofacial growth after adolescent Herbst therapy: A 32-year longitudinal follow-up study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015;147(1):19–28.
15. Rossini G, Parrini S, Castroflorio T, Deregibus A, Debernardi CL. Diagnostic accuracy and measurement sensitivity of digital models for orthodontic purposes: A systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2016;149(2):161–70.
16. Andrews LF. The six keys to normal occlusion. *Am J Orthod.* 1972;62(3):296–309.
17. 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 Dentofac Orthop.* 2014;145(1):15–27.
18. 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 Dentofac Orthop.* 2009;136(1):44–51.
19. Zymperdikas VF, Koretsi V, Papageorgiou SN, Papadopoulos MA. Treatment effects of fixed functional appliances in patients with Class II malocclusion: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod.* 2015;1–14.
20. Marsico E, Gatto E, Burrascano M, Matarese G, Cordasco G. Effectiveness of orthodontic treatment with functional appliances on mandibular growth in the short term. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2011;139(1):24–36.
21. Perinetti G, Primožič J, Furlani G, Franchi L, Contardo L. Treatment effects of fixed functional appliances alone or in combination with multibracket appliances: A systematic review and meta-analysis. *Angle Orthod.* 2015;85(3):480–92.
22. Konik M, Pancherz H, Hansen K. The mechanism of Class II correction in late Herbst treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;112:87–91.
23. Bock NC, Von Bremen J, Ruf S. Occlusal stability of adult Class II Division 1 treatment with the Herbst appliance. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2010;138(2):146–51.

24. Baccetti T, Stahl F, McNamara J A. Dentofacial growth changes in subjects with untreated Class II malocclusion from late puberty through young adulthood. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135(2):148–54.
25. You ZH, Fishman LS, Rosenblum RE, Subtelny JD. Dentoalveolar changes related to mandibular forward growth in untreated class II persons. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2001;120:598–607.
26. Spee FG. The gliding path of the mandible along the skull. *J Am Dent Assoc.;* 1980;100(5):670–5.
27. Veli I, Ozturk MA, Uysal T. Curve of Spee and its relationship to vertical eruption of teeth among different malocclusion groups. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2015;147(3):305–12.
28. Marshall SD, Caspersen M, Hardinger RR, Franciscus RG, Aquilino S a, Southard TE. Development of the curve of Spee. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008;134(3):344–52.
29. Kumar KPS, Tamizharasi S. Significance of curve of Spee: An orthodontic review. *J Pharm Bioallied Sci.* 2012; 7(11): 323–8.
30. Veli I, Ozturk MA, Uysal T. Development of the curve of Spee in Class II subdivision malocclusion: a longitudinal study. *Eur J Orthod.* 2014 (6):1–6.
31. Little RM. The irregularity index: a quantitative score of mandibular anterior alignment. *Am J Orthod.* 1975;68(5):554–63.
32. Greulich WW, Pyle SI. *Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist.* Stanford: Stanford University Press; 1959. 272 p.
33. Baccetti T, Franchi L, Stahl F. Comparison of 2 comprehensive Class II treatment protocols including the bonded Herbst and headgear appliances: A double-blind study of consecutively treated patients at puberty. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2009;135(6):698-10.
34. VanLaecken R, Martin C a, Dischinger T, Razmus T, Ngan P. Treatment effects of the edgewise Herbst appliance: a cephalometric and tomographic investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(5):582–93.
35. Lecornu M, Cevidanes LHS, Zhu H, Wu C Da, Larson B, Nguyen T. Three-dimensional treatment outcomes in Class II patients treated with the Herbst appliance: A pilot study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2013;144(6):818–30.

36. de Almeida MR, Henriques JFC, de Almeida RR, Weber U, McNamara JA. Short-term treatment effects produced by the Herbst appliance in the mixed dentition. *Angle Orthod.* 2005;75(4):540–7.
37. 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.
38. Hayashi K, Sachdeva AUC, Saitoh S, Lee S-P, Kubota T, Mizoguchi I. Assessment of the accuracy and reliability of new 3-dimensional scanning devices. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013; 144(4):619–25.
39. Lineberger MB, Franchi L, Cevitanes LHS, Huanca Ghislanzoni LT, McNamara JA. Three-dimensional digital cast analysis of the effects produced by a passive self-ligating system. *Eur J Orthod.* 2016; 15(6): 1-6.
40. Jaschouz S, Mehl A. Reproducibility of habitual intercuspation in vivo. *J Dent;* 2014;42(2):210–8.
41. Ugolini A, Cerruto C, Di Vece L, Ghislanzoni LH, Sforza C, Doldo T, et al. Dental arch response to Haas-type rapid maxillary expansion anchored to deciduous vs permanent molars: A multicentric randomized controlled trial. *Angle Orthod.* 2015;85(4):570–6.
42. Ferrario VF, Sforza C, Colombo A, Ciusa V, Serrao G. Three-Dimensional Inclination of the Dental Axes in Healthy Permanent Dentitions - A Cross-Sectional Study in a Normal Population. *Angle Orthod.* 2001;71(4):257–64.
43. Cheon S-H, Park Y-H, Paik K-S, Ahn S-J, Hayashi K, Yi W-J, et al. Relationship between the curve of Spee and dentofacial morphology evaluated with a 3-dimensional reconstruction method in Korean adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008; 133(5): 7-14.
44. Goonewardene RW, Goonewardene MS, Razza JM, Murray K. Accuracy and validity of space analysis and irregularity index measurements using digital models. *Aust Orthod J.* 2008;24(2):83–90.
45. Pachêco-Pereira C, De Luca Canto G, Major PW, Flores-Mir C. Variation of orthodontic treatment decision-making based on dental model type: A systematic review. *Angle Orthodontist.* 2015; 85(3): 501–9.
46. Houston WJ. The analysis of errors in orthodontic measurements. *Am J Orthod.* 1983;83(5):382–90.

47. Hansen K, Pancherz H, Hägg U. Long-term effects of the Herbst appliance in relation to the treatment growth period: a cephalometric study. *Eur J Orthod.* 1991; 13(6):471–81.
48. Shen G, Hagg U, Darendeliler MA. Skeletal effects of bite jumping therapy on the mandible -removable vs. Fixed functional appliances. *Orthod Craniofacial Res.* 2005; 8(1): 2–10.
49. 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.
50. Yitschaky O, Neuhof MS, Yitschaky M, Zini A. Relationship between dental crowding and mandibular incisor proclination during orthodontic treatment without extraction of permanent mandibular teeth. *Angle Orthod.* 2016;115(5):515–536.
51. Iwasaki T, Takemoto Y, Inada E, Sato H, Saitoh I, Kakuno E, et al. Three-dimensional cone-beam computed tomography analysis of enlargement of the pharyngeal airway by the Herbst appliance. *Am J Orthod Dentofac Orthop. American Association of Orthodontists;* 2014;146(6):776–85.
52. Taira K, Iino S, Kubota T, Fukunaga T, Miyawaki S. Effects of mandibular advancement plus prohibition of lower incisor movement on mandibular growth in rats. *Angle Orthod.* 2009;79(6):1095–101.
53. Yared KFG, Zenobio EG, Pacheco W. Periodontal status of mandibular central incisors after orthodontic proclination in adults. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2006;130(1):1–8.
54. Hitchcock HP. The curve of Spee in Stone Age man. *Am J Orthod.* 1983;84(3):248–53.
55. GOPT-8. The Glossary Of Prostodontic Terms. *Prosthet Dent.* 2005;94(1):10–92.
56. Hanihara K. Dental Anthropology. *Dent Anthropol.* 1963;105–24.
57. Alqabandi AK, Sadowsky C, Begole EA. A comparison of the effects of rectangular and round arch wires in leveling the curve of Spee. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1999;116:522–9.
58. Germane N, Stagers JA, Rubenstein L, Revere JT. Arch length considerations due to the curve of Spee: A mathematical model. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1992;102(3):251–5.

59. Bernstein RL, Preston CB, Lampasso J. Leveling the curve of Spee with a continuous archwire technique: a long term cephalometric study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 131(3):363–71.
60. Preston CB, Maggard MB, Lampasso J, Chalabi O. Long-term effectiveness of the continuous and the sectional archwire techniques in leveling the curve of Spee. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133(4):550–5.
61. Braun S, Hnat WP, Johnson BE. The curve of Spee revisited. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1996;110(2):206–10
62. Burstone CJ. Biomechanics of deep overbite correction. *Semin Orthod.* 2001;7(1):26–33.
63. Weiland FJ, Bantleon HP, Droschl H. Evaluation of continuous arch and segmented arch leveling techniques in adult patients- a clinical study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1996;110(6):647–52.
64. Pandis N, Polychronopoulou A, Sifakakis I, Makou M, Eliades T. Effects of levelling of the curve of Spee on the proclination of mandibular incisors and expansion of dental arches: a prospective clinical trial. *Aust Orthod J.* 2010;26(1):61–5.
65. Buschang PH, Stroud J, Alexander RG. Differences in dental arch morphology among adult females with untreated Class I and Class II malocclusion. *Eur J Orthod.* 1994;16(1):47-52.
66. Sayin MO, Turkkahraman H. Comparison of dental arch and alveolar widths of patients with class II, division 1 malocclusion and subjects with class I ideal occlusion. *Angle Orthod.* 2004;74(3):356–60.
67. Paul JL, Nanda RS. Effect of mouth breathing on dental occlusion. *Angle Orthodontist.* 1973. p. 201–6.
68. Aznar T, Galán AF, Marín I, Domínguez A. Dental arch diameters and relationships to oral habits. *Angle Orthod.* 2006;76(3):441–5.
69. Chan HJ, Woods M, Stella D. Mandibular muscle morphology in children with different vertical facial patterns: A 3-dimensional computed tomography study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008;133(1):1–13.
70. Lee RT. Arch width and form: A review. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1999;115(3):305–13.
71. 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.

72. McNamara JA, Howe RP. Clinical management of the acrylic splint Herbst appliance. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1988;94(2):142–9.
73. Dolce C, Mansour D a., McGorray SP, Wheeler TT. Intrarater agreement about the etiology of Class II malocclusion and treatment approach. *Am J Orthod Dentofac Orthop;* 2012;141(1):17–23.
74. Knott VB. Longitudinal study of dental arch widths at four stages of dentition. *Angle Orthodontist.* 1972. p. 387–94.
75. Bishara SE, Ortho D, Jakobsen JR, Treder J, Nowak A. Arch width changes from 6 weeks to 45 years of age. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1997;111(4):401–9.
76. Kojima Y, Fukui H. Effects of transpalatal arch on molar movement produced by mesial force: A finite element simulation. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008;134(3):1–7.
77. Blake M, Bibby K. Retention and stability: a review of the literature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;114(3):299–306.
78. Viglianisi A. Effects of lingual arch used as space maintainer on mandibular arch dimension: A systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2010;138(4):382-90.
79. Parker GR. Transseptal fibers and relapse following bodily retraction of teeth: A histologic study. *Am J Orthod.* 1972;61(4):331–44.
80. Frankel R. A functional approach to orofacial orthopedics. *Br J Orthod.* England; 1980 Jan;7(1):41–51.
81. McWade, Ronald A.; Mamandras, Antonios H.; Hunter SW. The effects of Frankel II treatment on arch perimeter. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1987;92(4):313–20.
82. Pancherz H. The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1982; 15:189–96.

Autorizo a reprodução deste trabalho.

(Direitos de publicação reservado ao autor)

Araraquara, 23 de janeiro de 2016

JUAN FRANCISCO MARISCAL MUÑOZ