

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 14/05/2020.



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



Ana Gláucia de Oliveira Macedo

**Avaliação tridimensional das alterações dentárias após tratamento com
aparelho de Herbst e Bionator em indivíduos classe II, divisão 1 na dentadura
mista**

Araraquara

2018



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



Ana Gláucia de Oliveira Macedo

**Avaliação tridimensional das alterações dentárias após tratamento com
aparelho de Herbst e Bionator em indivíduos classe II, divisão 1 na dentadura
mista**

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

Orientador: Prof. Dr. Dirceu Barnabé Ravelli

Araraquara

2018

Macedo, Ana Gláucia de Oliveira

Avaliação tridimensional das alterações dentárias após tratamento com aparelho de Herbst e Bionator em indivíduos classe II, divisão 1 na dentadura mista / Ana Gláucia de Oliveira Macedo. -- Araraquara: [s.n.], 2018

44 f. ; 30 cm.

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

Orientador: Prof. Dr. Dirceu Barnabé Ravelli

1. Má oclusão de Angle classe II 2. Dentição mista
3. Aparelhos ortopédicos I. Título

Ana Gláucia de Oliveira Macedo

Avaliação tridimensional das alterações dentárias após tratamento com aparelho de Herbst e Bionator em indivíduos classe II, divisão 1 na dentadura mista

Comissão julgadora

Tese para obtenção do grau de Mestre em Ortodontia

Presidente e orientador Prof. Dr. Dirceu Barnabé Ravelli

2º Examinador Profa. Dra. Lídia Parsekian Martins

3º Examinador Profa. Dra. Ângela Cristina Pinto de Paiva Cunha

Araraquara, 14 de Maio de 2018.

DADOS CURRICULARES

Ana Gláucia de Oliveira Macedo

NASCIMENTO: 17/09/1990 – Natal – Rio Grande do Norte

FILIAÇÃO: Antônio Modesto Rodrigues de Macedo
Gleide Elisa Lopes Oliveira Macedo

2008/2012 Curso de Graduação em Odontologia
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN

2011/2012 Aperfeiçoamento em Ortodontia Preventiva e Interceptativa
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN

2013/2013 Aperfeiçoamento em Ortodontia Preventiva e Interceptativa I.
Sociedade de Promoção Social do Fissurado Lábio Palatal, Profis

2013/2014 Aperfeiçoamento em Ortodontia Preventiva e Interceptiva
Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais, HRAC-USP

2014/2016 Especialização em Ortodontia
Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais, HRAC-USP

2016/2018 Curso de Pós-Graduação em Odontologia Nível Mestrado –
Ciências Odontológicas – Área de Ortodontia
Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP

*Dedico este trabalho
com todo amor e gratidão*

aos meus queridos pais Modesto e Gleide,

por todos os ensinamentos, apoio e por me incentivarem a ser sempre uma pessoa melhor.

Agradeço por serem exemplos para a minha vida. Agradeço por acreditarem em mim e nos meus sonhos e por torná-los realidade. Eu não teria chegado até aqui sozinha. Sem vocês nada disso seria possível. Vocês foram essenciais nessa jornada de crescimento profissional e também pessoal. Obrigada pela torcida e pelo entusiasmo com que acompanham o meu crescimento! Palavras não são suficientes para expressar a minha gratidão e o meu amor por vocês!

Agradecimentos Especiais

À **Deus**, por sempre iluminar e guiar o meu caminho. Por me amparar nos momentos difíceis, mostrar a direção nas horas incertas e por me dar forças para superar as dificuldades, me mantendo firme na busca dos meus objetivos.

A **toda a minha família** que está sempre torcendo por mim e sempre pronta para me ajudar em todas as dificuldades e em especial, aos meus avós **José Camilo** e **Marluce**, por todo o carinho e por todo o apoio dado ao longo dessa jornada. Obrigada por estarem sempre presentes na minha vida. Amo muito vocês. Aos meus irmãos **Gleice** e **Alisson**, por terem estado sempre presentes para os nossos pais durante a minha ausência. Obrigada por me apoiarem e por estarem sempre dispostos a me ajudar. Amo vocês!

Ao meu namorado, melhor amigo, companheiro de vida e de profissão, **Anderson**. Agradeço por estar sempre presente na minha vida, compartilhando sonhos e conquistas. Poder caminhar ao seu lado durante esses anos fez com que essa jornada fosse mais leve e repleta de carinho. Obrigada por me fazer querer ser sempre uma pessoa melhor. Obrigada por estar sempre pronto para me apoiar e me ajudar em todos os momentos, por compartilhar as alegrias e também por enfrentar as dificuldades ao meu lado. Você foi essencial para que eu chegasse até aqui. Obrigada por todas as palavras de incentivo e de carinho. Te admiro muito pelo exemplo de homem que você é e pelo profissional dedicado. Você me inspira! Te amo muito! Aos meus sogros **Fátima** e **João Batista**, agradeço por me apoiarem e por me receberem sempre com tanto carinho.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Dirceu Barnabé Ravelli**, agradeço pela generosidade em me acolher e me receber tão bem ao longo desses anos. Agradeço pelo apoio e pelos ensinamentos ortodônticos e conselhos profissionais ao longo dessa trajetória.

Aos professores da área de Ortodontia, **Ary dos Santos-Pinto**, **João Roberto Gonçalves**, **Lídia Parsekian Martins** e **Luiz Gonzaga Gandini Júnior**, por todo o conhecimento compartilhado durante as aulas e conversas informais. Agradeço pela oportunidade de fazer parte do curso.

Aos amigos da pós-graduação, **Eddy**, **Jaqueline**, **Ingrid**, **Jonas**, **Bruno**, **Alexandre**, **Tatyane**, **Patrícia**, **Priscila**, **Cibele**, **Wendel**, **Talles**, **Luis**, **Roberto**, **João**, agradeço pela oportunidade do convívio e do aprendizado com cada um de vocês.

Ao amigo **Juan**, agradeço pelo acolhimento desde o início do curso, pela amizade e pelo apoio e em especial pela ajuda com a metodologia desse trabalho.

Ao amigo **Lucas**, obrigada por estar sempre disposto a ajudar em todas as situações. Agradeço o apoio, a amizade e os momentos de descontração. Sua determinação e o brilho nos olhos pela pesquisa serve de inspiração não só para mim mas para todos que estão a sua volta. À **Karina**, obrigada por todos os momentos divertidos em Araraquara. Agradeço também por ter nos recebido tão bem em sua casa em Ribeirão Preto.

À amiga **Carol**, agradeço a amizade e o carinho. Obrigada por compartilhar as alegrias, as aflições e as dificuldades ao longo dessa caminhada. Obrigada por sempre poder contar com você em todas as situações.

Aos amigos do doutorado, **Layene, Paulo e Marlos**. Agradeço todas as risadas e por tantos momentos divertidos. A convivência com vocês fez com que os dias em Araraquara fossem melhores.

Um agradecimento especial ao professor e amigo **Adriano Porto**, agradeço pelo apoio e amizade e por toda a ajuda ao longo dessa caminhada.

Aos amigos especiais que Bauru me deu e que estiveram sempre por perto mesmo com a distância com o mestrado, **André Petenuci, Aline Iost, Arthur César, Caroline Fávero, Érika Kurimori, Maíra Sorgini, Caio, Vivian Helena, Alex, Oscar Stangherlin, Martha Beteghelli, Daniel Ryuji, Rebeca, Mayara Leonel e Gustavo Utsumi**. Agradeço por toda a amizade e carinho. A convivência com vocês ao longo da especialização e do mestrado fez com que essa caminhada longe de casa fosse mais leve e divertida. Vocês são uma verdadeira família! Um agradecimento especial a **Érika** por sempre nos acolher e receber tão bem em Bauru sempre que necessário ao longo desses anos de mestrado em Araraquara.

A todos os professores e profissionais do setor de Ortodontia do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo e da PROFIS, **Daniela Garib, Terumi Okada, Silvia Graziadei, Rita Lauris, Araci Malagodi, Carlos Alberto Aiello, Flávio Ferrari, Arlete Cavassan, Adriano Porto, Rogério Penhavel, Tiago Turri, Renata Sathler e Gleisieli Cardoso**. Agradeço pelos ensinamentos e pela grande contribuição na minha formação como ortodontista. Agradeço pelo convívio e pela amizade que estiveram sempre presentes ao longo desses anos.

Aos professores da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), em especial as professoras que tiveram um papel importante durante a minha formação na graduação: **Hallissa Simplício e Angela Pinto**. Agradeço pela contribuição na minha formação como ortodontista desde as minhas primeiras aulas de ortodontia durante a graduação, por terem me incentivado e me inspirado desde o início a seguir nesse caminho. Agradeço pelos ensinamentos e conselhos profissionais. Obrigada pela amizade e carinho.

Agradecimentos

À Faculdade de Odontologia de Araraquara- UNESP, na pessoa da diretora **Profa. Dra. Elaine Maria Sgavioli Massucato**.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas da Faculdade de Odontologia de Araraquara-UNESP, na pessoa da **Profa. Dra. Fernanda Lourenção Brighenti**.

Ao Departamento de Clínica Infantil da Faculdade de Odontologia de Araraquara-UNESP, representada pelo chefe de Departamento **Profa. Dra. Lídia Parsekian Martins**.

A **todos os funcionários do Departamento de Clínica Infantil** da Faculdade de Odontologia de Araraquara- UNESP, especialmente a **Soninha**, pela disponibilidade em sempre ajudar.

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araraquara- UNESP, especialmente, a **Cristiano e Alexandre**, por estarem sempre dispostos a ajudar.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES** pela bolsa concedida durante o mestrado.

A todos meus **amigos e familiares**, que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho.

Macedo AGO. Avaliação tridimensional das alterações dentárias após tratamento com aparelho de Herbst e Bionator em indivíduos classe II, divisão 1 na dentadura mista [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2018.

RESUMO

Objetivo: avaliar as alterações dentárias que ocorrem após tratamento realizado com os aparelhos de Herbst e Bionator em pacientes com má oclusão de classe II, divisão 1, na fase da dentadura mista. **Metodologia:** este é um estudo retrospectivo. A amostra foi composta por 114 modelos de estudo de 57 pacientes classe II divisão 1 de Angle divididos em três grupos de estudo: 22 pacientes tratados com o aparelho de Herbst (GH), 20 pacientes tratados com o aparelho Bionator de Balters (GB) e 15 pacientes do grupo controle (GC), que não receberam tratamento ortodôntico. Foram realizadas mensurações nos modelos iniciais (T0) e ao final do tratamento/acompanhamento (T1) dos três grupos. As mensurações nos modelos digitais foram realizadas através do software VistaDent® 3D Pro, Versão 2.1 (Dentsply, GAC). Foram avaliadas a relação de molares, overjet, overbite, distância intermolares e intercaninos, perímetro e comprimento do arco, e inclinação anteroposterior dos incisivos. As comparações intergrupos foram realizadas utilizando a Análise de variância à um fator seguido do pós teste de Tukey ($\alpha=5\%$). **Resultados:** não foram observadas diferenças estatísticas entre os grupos para as distâncias intercaninos, intermolares, overbite, comprimento do arco, perímetro do arco e inclinações dos incisivos. O GH apresentou maior redução ($p=0,005$) na relação molar ($2,42\text{mm} \pm 2,35$) do que o GB ($1,25\text{mm} \pm 0,73$) e o GC ($0,57\text{mm} \pm 1,30$). O overjet teve uma maior correção ($p<0,001$) nos pacientes do GH ($-3,81\text{mm} \pm 2,30$), seguido do GB ($-2,04\text{mm} \pm 1,69$) e GC ($-0,30\text{mm} \pm 0,86$). **Conclusão:** A correção do overjet e relação molar foi maior nos pacientes tratados com o aparelho de Herbst que no Bionator de Balters e grupo controle.

Palavras-Chave: Má oclusão de Angle classe II. Dentição mista. Aparelhos ortopédicos.

Macedo AGO. Three-dimensional evaluation of dental changes after treatment with Herbst and Bionator appliances in class II, division 1 patients in mixed dentition [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2018.

ABSTRACT

Objective: to assess the dental changes induced by Bionator and Herbst appliances in the treatment of class II, division I patients in mixed dentition phase. **Materials and Methods:** this is a retrospective study. The sample included 114 cast models of 57 subjects class II, division 1 malocclusion divided into three groups: 22 patients treated with Herbst appliance (HG), 20 treated with Bionator (BG) and Control group, included 15 individuals who received no treatment (CG). Digital models before (T0) and after treatment (T1) were used to evaluate the dental changes by VistaDent® 3D Pro software, Version 2.1 (Dentsply, GAC). Molar relationship, overjet, overbite, dental arch widths, arch perimeter, arch length and incisors inclination were compared. The differences among groups were evaluated by one-way analysis of variance and the Tukey post-hoc test ($p < 0,05$). **Results:** the results showed no statistical difference for overbite, perimeter, arch length, arch widths and incisors inclination. The molar relationship showed a greater decrease in HG ($2.42\text{mm} \pm 2.35$, $p=0.005$) than BG ($1.25\text{mm} \pm 0.73$) and CG ($0.57\text{mm} \pm 1.30$). Overjet decrease significantly ($p < 0.001$) in patients of the GH ($-3.81\text{mm} \pm 2.30$) followed by BG ($-2.04\text{mm} \pm 1.69$) and CG ($-0.30\text{mm} \pm 0.86$). **Conclusion:** The improvement in molar relationship and overjet were better in Herbst appliance than Bionator and Control group.

Keywords: Malocclusion, Angle class II. Dentition, mixed. Orthodontic appliances, functional.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 PROPOSIÇÃO.....	14
2.1 Proposição Geral.....	14
2.2 Proposição Específica.....	14
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1 Bionator de Balters.....	15
3.2 Aparelho de Herbst.....	17
4 MATERIAL E MÉTODO.....	19
4.1 Material.....	19
4.1.1 Amostra.....	19
4.1.1.1 Critérios de inclusão da amostra.....	19
4.1.1.2 Critérios de exclusão da amostra.....	20
4.1.1.3 Determinação do padrão esquelético classe II.....	20
4.1.1.4 Determinação da maturação esquelética.....	20
4.1.1.5 Descrição do aparelho de Herbst.....	20
4.1.1.6 Descrição do aparelho Bionator de Balters.....	22
4.2 Método.....	23
4.2.1 Obtenção dos modelos digitais.....	23
4.2.2 Análise das alterações dentárias.....	24
4.2.2.1 Mensurações lineares diretas.....	24
4.2.2.2 Inclinação anteroposterior dos incisivos.....	25
4.2.3 Tamanho da amostra.....	27
4.3 Análise Estatística.....	27
5 RESULTADO.....	28
6 DISCUSSÃO.....	32
7 CONCLUSÃO.....	35
REFERÊNCIAS.....	36
ANEXO A.....	42

1 INTRODUÇÃO

A classe II de Angle é uma desarmonia anteroposterior de grande relevância clínica devido à sua alta prevalência na população¹⁻⁴. De acordo com um levantamento epidemiológico brasileiro, esta má oclusão apresenta uma prevalência em torno de 42% em crianças na fase da dentadura mista⁵.

A má oclusão de classe II é uma discrepância maxilomandibular caracterizada por uma relação distal da mandíbula em relação à maxila. Pode apresentar origem dentoalveolar, esquelética ou uma combinação de ambas. Dentre os dois tipos de classe II, a divisão 1 é a mais freqüente⁶, estando o retrognatismo mandibular presente na maioria das vezes^{7,8}. Nesses casos, a conduta terapêutica mais apropriada a ser adotada visa a obtenção de uma relação ortognática entre maxila e mandíbula, por meio do avanço mandibular. Com esta finalidade enquadram-se os aparelhos ortopédicos funcionais como o Bionator de Balters e também os aparelhos ortopédicos fixos, como o aparelho de Herbst.

A efetividade dos aparelhos ortopédicos no tratamento da má oclusão de classe II em produzir efeitos esqueléticos vem sendo estudada há muito tempo na literatura⁹⁻¹³. Porém, os estudos mostram que grande parte da correção da má oclusão de classe II é decorrente dos efeitos dentários e não esqueléticos. A maioria dos estudos que demonstram os efeitos dentários promovidos pelos aparelhos ortopédicos utilizam como metodologia avaliações cefalométricas¹⁴⁻¹⁹. A principal desvantagem dessa avaliação é que radiografias cefalométricas são representações bidimensionais de estruturas tridimensionais. Portanto, devido à sobreposição dos lados direito e esquerdo das arcadas dentárias, é difícil obter uma avaliação precisa dos movimentos dentários²⁰.

Com o avanço da tecnologia, a metodologia usando modelos digitais tridimensionais mostrou-se capaz de permitir uma avaliação mais individualizada da posição espacial de cada dente. Contudo, nos estudos de aparelhos propulsores mandibulares essa metodologia ainda é escassa, o que gera resultados insuficientes para determinar os efeitos dentários promovidos por esses aparelhos. Portanto, o objetivo dessa pesquisa é avaliar as alterações dentárias tridimensionais em pacientes submetidos ao tratamento com os aparelhos de Herbst e Bionator de Balters na fase da dentadura mista.

7 CONCLUSÃO

Os pacientes classe II tratados com o aparelho de Herbst e Bionator tiveram resultados similares nas alterações das distâncias transversais, overbite, comprimento do arco, perímetro do arco e inclinações de incisivos. Entretanto, na correção do overjet e relação molar o tratamento com o aparelho de Herbst mostrou-se melhor.

REFERÊNCIAS *

1. Almeida MR, Pereira ALP, Almeida RR, Almeida-Pedrin RR de, Silva Filho OG. Prevalência de má oclusão em crianças de 7 a 12 anos de idade. *Dental Press J Orthod.* 2011; 16(4): 123–31.
2. McLain JB, Proffitt WR. Oral health status in the United States: prevalence of malocclusion. *J Dent Educ.* 1985; 49(6): 386–97.
3. Kelly JE, Harvey C. An assessment of the teeth of youths 12-17 years. Washington, DC: national center for health Statistics. *Vital Health Stat.* 1977; 162(2): 1-65.
4. Proffit WR, Fields HWJ, Moray LJ. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States: estimates from the NHANES III survey. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1998; 13(2): 97–106.
5. Silva Filho OG, Freitas, SF, Cavassan AO. Prevalência de oclusão normal e má oclusão em escolares da cidade de Bauru (São Paulo). Parte I: relação sagital. *Rev Odontol Univ São Paulo.* 1990; 4(2): 130–7.
6. Freitas MR, Freitas DS, Pinheiro FH, Freitas KMS. Prevalência das más oclusões em pacientes inscritos para tratamento ortodôntico na faculdade de odontologia de Bauru – Usp. *Rev da Fac Odontol Bauru.* 2002; 10(3): 164–9.
7. Rosenblum RE. Class II malocclusion: mandibular retrusion or maxillary protrusion? *Angle Orthod.* 1995; 65(1): 49–62.
8. McNamara JA. Components of class II malocclusion in children 8-10 years of age. *Angle Orthod.* 1981; 51(3): 177–202.
9. Pancherz H. The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment. A cephalometric investigation. *Am J Orthod.* 1982; 82(2): 104–13.
10. McNamara Jr JA, Howe RP, Dischinger TG. A comparison of the Herbst and Frankel appliances in the treatment of class II malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1990; 98(2): 134–44.
11. McNamara JAJ, Bookstein FL, Shaughnessy TG. Skeletal and dental changes following functional regulator therapy on class II patients. *Am J Orthod.* 1985; 88(2): 91–110.
12. Hagg U, Pancherz H. Dentofacial orthopaedics in relation to chronological age, growth period and skeletal development. An analysis of 72 male patients with class II division 1 malocclusion treated with the Herbst appliance. *Eur Orthod.* 1988; 10(3): 169–76.

* 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-normalizacaoatualizado.pdf>

13. Nelson C, Harkness M, Herbison P. Mandibular changes during functional appliance treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1993; 104(2): 153–61.
14. 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*. 2016; 38(2): 113–26.
15. Oztoprak MO, Nalbantgil D, Uyanlar A, Arun T. A cephalometric comparative study of class II correction with Sabbagh universal spring (SUS2) and forsus FRD appliances. *Eur J Dent*. 2012; 6(3): 302–10.
16. Uyanlar A, Nalbantgil D, Arun T. Evaluation of dentofacial changes caused with sabbagh universal spring in mandibular retrognathic patients: a pilot study. *Dentistry*. 2014; 4(6): 1-7.
17. Phelan A, Tarraf NE, Taylor P, et al. Skeletal and dental outcomes of a new magnetic functional appliance, the Sydney Magnoglide, in Class II correction. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2012; 141(6): 759–72.
18. Karacay S, Akin E, Olmez H, Gurton AU, Sagdic D. Forsus nitinol flat spring and jasper jumper corrections of class II division 1 malocclusions. *Angle Orthod*. 2006; 76(4): 666–72.
19. Alali OH. A prospective controlled evaluation of Class II division 1 malocclusions treated with fixed lingual mandibular growth modifier. *Angle Orthod*. 2014; 84(3): 527–33.
20. Grauer D, Cevidanes LH, Tyndall D, Styner MA, Flood PM, Proffit WR. Registration of orthodontic digital models. *Craniofac Growth Ser*. 2011; 48(1): 377–91.
21. Balters W. *Guía de la técnica del Bionator*. Buenos Aires: Mundi; 1969.
22. Graber TM, Vanarsdall JR, Katherine WL. *Orthodontics: current principles and techniques*. 2nd ed. St Louis: Mosby; 1994.
23. Balmgren GA, Moshiri F. Bionator treatment in class II, division 1. *Angle Orthod*. 1986; 56(3):255-62.
24. Rudzki-Janson I, Noachtar R. Functional appliance therapy with the Bionator. *Semin Orthod*. 1998; 4(1): 33–45.
25. D'Antò 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.
26. Bock NC, von Bremen J, Ruf S. Stability of Class II fixed functional appliance therapy—a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod*. 2016; 38(2): 129–39.

27. Siara-Olds NJ, Pangrazio-Kulbersh V, Berger J, Bayirli B. Long-term dentoskeletal changes with the Bionator, Herbst, Twin Block, and MARA functional appliances. *Angle Orthod.* 2010; 80(1): 18–29.
28. Antonarakis GS, Kiliaridis S. Short-term anteroposterior treatment effects of functional appliances and extraoral traction on class II malocclusion: a meta-analysis. *Angle Orthod.* 2007; 77(5): 907–14.
29. Illing HM, Morris DO, Lee RT. A prospective evaluation of Bass, Bionator and Twin Block appliances. Part I--The hard tissues. *Eur J Orthod.* 1998; 20(5): 501–16.
30. Morris DO, Illing HM, Lee RT. A prospective evaluation of Bass, Bionator and Twin Block appliances. Part II--The soft tissues. *Eur J Orthod.* 1998; 20(6): 663–84.
31. Tulloch JF, Phillips C, Koch G, Proffit WR. The effect of early intervention on skeletal pattern in Class II malocclusion: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997; 111(4): 391–400.
32. Ursi WJS, McNamara Junior J, Martins DR. Clinical alteration of a growing face: a cephalometric comparison of class II patients treated with cervical headgear, Frankel (FR-2) and Herbst appliances. *Rev Dent Press Ortodon Ortop Maxilar.* 1999; 4(5): 77–108.
33. Flores-Mir C, Ayeh A, Goswami A, Charkhandeh S. Skeletal and dental changes in class II division 1 malocclusions treated with splint-type Herbst appliances. A systematic review. *Angle Orthod.* 2007; 77(2): 376–81.
34. Berger JL, Pangrazio-Kulbersh V, George C, Kaczynski R. Long-term comparison of treatment outcome and stability of class II patients treated with functional appliances versus bilateral sagittal split ramus osteotomy. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2005; 127(4): 451–64.
35. Bock NC, Reiser B, Ruf S. Class II subdivision treatment with the Herbst appliance. *Angle Orthod.* 2013; 83(2): 327–33.
36. 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.
37. Burkhardt DR, McNamara JA, Baccetti T. Maxillary molar distalization or mandibular enhancement: a cephalometric comparison of comprehensive orthodontic treatment including the pendulum and the Herbst appliances. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2003; 123(2): 108–16.
38. Bock N, Ruf S. Post-treatment occlusal changes in class II division 2 subjects treated with the Herbst appliance. *Eur J Orthod.* 2008; 30(6): 606–13.
39. 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.

40. Chaiyongsirisern A, Rabie AB, Wong RWK. Stepwise advancement Herbst appliance versus mandibular sagittal split osteotomy. Treatment effects and long-term stability of adult class II patients. *Angle Orthod.* 2009; 79(6): 1084–94.
41. Pancherz H, Hensen K. Occlusal changes during and after Herbst treatment: a cephalometric investigation. *Eur J Orthod* 1986; 8(4): 215–28.
42. Phan KLD, Bendeus M, Hägg U, Hansen K, Rabie ABM. Comparison of the headgear activator and Herbst appliance - effects and post-treatment changes. *Eur J Orthod.* 2006; 28(6): 594–604.
43. Soytarhan A, İşiksal E. Treatment of Angle class II/1 malocclusions with the Herbst appliance. *Turk Ortodonti Derg.* 1990; 3(1): 94–101.
44. Bock N, Pancherz H. Herbst treatment of class II division 1 malocclusions in retrognathic and prognathic facial types: a cephalometric long-term retrospective study. *Angle Orthod.* 2006; 76(6): 930–41.
45. Du X, Hägg U, Rabie ABM. 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.
46. Franchi L, Baccetti T, McNamara JA. Treatment and posttreatment effects of acrylic splint Herbst appliance therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999; 115(4): 429–38.
47. Hägg U, Du X, Rabie ABM. Initial and late treatment effects of headgear-Herbst appliance with mandibular step-by-step advancement. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2002; 122(5): 477–85.
48. Jena AK, Duggal R, Parkash H. Skeletal and dentoalveolar effects of Twin-block and Bionator appliances in the treatment of class II malocclusion: a comparative study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2006; 130(5): 594–602.
49. Araújo AM, Buschang PH. Os efeitos dos aparelhos funcionais sobre a dimensão transversal da maxila e mandíbula. *Rev Dent Press Ortod Ortop Facial.* 2005; 10(2): 119–28.
50. Dominguez, GC. Hirschheimer C, Vigorito JW. Alterações transversais das arcadas dentárias decorrentes do tratamento com bionator em pacientes em crescimento com maloclusão classe II divisão primeira. *Ortodontia.* 2001; 34(1): 36–42.
51. Harris EF. A longitudinal study of arch size and form in untreated adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997; 111(4): 419–27.
52. 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.
53. Keim RG, Gottlieb EL, Nelson AH, Vogels DS. 2002 JCO study of orthodontic diagnosis and treatment procedures. Part 1. Results and trends. *J Clin Orthod.* 2002; 36(10): 553-68.

54. Cozza P, Baccetti T, Franchi L, Toffol L, McNamara JA. Mandibular changes produced by functional appliances in Class II malocclusion: a systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2006; 129(5): 1–12.
55. 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.
56. 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.
57. Chaiyongsirisern A, Rabie AB, Wong RWK. Stepwise advancement Herbst appliance versus mandibular sagittal split osteotomy. Treatment effects and long-term stability of adult class II patients. *Angle Orthod.* 2009; 79(6): 1084–94.
58. Phan KLD, Bendeus M, Hägg U, Hansen K, Rabie ABM. Comparison of the headgear activator and Herbst appliance - effects and post-treatment changes. *Eur J Orthod.* 2006; 28(6): 594–604.
59. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Semin Orthod.* 2005; 11(3): 119–29.
60. Ascher F. The Bionator. In: Graber TM, Neumann B., editors. *Removable orthodontic appliances.* Philadelphia: Saunders; 1977. p. 229–46
61. Grünheid T, Patel N, De Felipe NL, Wey A, Gaillard PR, Larson BE. Accuracy, reproducibility, and time efficiency of dental measurements using different technologies. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2014; 145(2): 157–64.
62. Hayashi K, Sachdeva AUC, Saitoh S, Lee SP, Kubota T, Mizoguchi I. Assessment of the accuracy and reliability of new 3-dimensional scanning devices. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2013; 144(4): 619–25.
63. Waard O, Rangel FA, Fudalej PS, Bronkhorst EM, Kuijpers-Jagtman AM, Breuning KH. Reproducibility and accuracy of linear measurements on dental models derived from cone-beam computed tomography compared with digital dental casts. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2014; 146(3): 328–36.
64. 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.
65. Lux CJ, Conradt C, Burden D, Komposch G. Dental arch widths and mandibular-maxillary base widths in class II malocclusions between early mixed and permanent dentitions. *Angle Orthod.* 2003; 73(6): 674–85.
66. Bishara SE, Bayati P, Jakobsen JR. Longitudinal comparisons of dental arch changes in normal and untreated class II, division 1 subjects and their clinical implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996; 110(5): 483–9.

67. Almeida MAA, Ferreira VMG Faltin Júnior K. Expansão espontânea dos arcos dentários no tratamento da classe II mandibular com Bionator de Balters. *Ortod Gaúcha*. 1998; 2(1): 4–15.
68. Gibbs SL, Hunt NP. Functional appliances and arch width. *Br J Orthod*. 1992; 19(2): 117–25.
69. Sidhu MS, Kharbanda OP, Sidhu SS. Cephalometric analysis of changes produced by a modified Herbst appliance in the treatment of class II division 1 malocclusion. *Br J Orthod*. 1995; 22(1): 1–12.
70. Moorrees CFA, Grøn AM, Le Bret LML, Yen PKJ, Fröhlich FJ. Growth studies of the dentition: a review. *Am J Orthod*. 1969; 55(6): 600–16.
71. Silva Filho OG, Ferrari FM, Ozawa TO. Dimensões dos arcos dentários na má oclusão classe II, divisão 1, com deficiência mandibular. *R Dent Press Ortodon Ortop Facial* 2009; 14(2): 120–30.
72. Silva Filho OG, Ferrari FM, Ozawa TO. Dental arch dimensions in Class II division 1 malocclusions with mandibular deficiency. *Angle Orthod*. 2008; 78(3): 466–74.
73. Hansen K, Iemamnuisuk 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.
74. Nelson B, Hägg U, Hansen K, Bendeus M. A long-term follow-up study of class II malocclusion correction after treatment with class II elastics or fixed functional appliances. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2007; 132(4): 499–503.