

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 12/07/2020.



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



Eddy Eder Navarro Jugo

Avaliação das alterações anteroposterior e transversal produzidas pelo uso dos aparelhos funcionais Bionator e Klammt no tratamento da má oclusão de Classe II, divisão 1 de Angle, por meio de modelos digitais

Araraquara

2018



UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Eddy Eder Navarro Jugo

Avaliar as alterações anteroposteriores e transversais produzidas pelo uso dos aparelhos funcionais Bionator e Klammt no tratamento da má oclusão de Classe II, divisão 1 de Angle, por meio de modelos digitais

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

Orientador: Prof. Dr. Ary dos Santos-Pinto

Araraquara

2018

Navarro Jugo, Eddy Eder

Avaliação das alterações anteroposteriores e transversais produzidas pelo uso dos aparelhos funcionais Bionator e Klammt no tratamento da má oclusão de Classe II, divisão 1 de Angle, por meio de modelos digitas / Eddy Eder Navarro Jugo. -- Araraquara: [s.n.], 2018

75 f. ; 30 cm.

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

Orientador: Prof. Dr. Ary dos Santos Pinto

1. Má oclusão de Angle classe II 2. Diagnóstico por imagem
3. Ortodontia I. Título

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marley C. Chiusoli Montagnoli, CRB-8/5646
Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Eddy Eder Navarro Jugo

Avaliação das alterações anteroposterior e transversais produzidas pelo uso dos aparelhos funcionais Bionator e Klammt no tratamento da má oclusão de Classe II, divisão 1 de Angle, por meio de modelos digitais

Comissão Julgadora

Para obtenção do grau de mestre em Ortodontia

Presidente e orientador

Prof. Dr. Ary dos Santos-Pinto

2º Examinador

Prof. Dr. Luiz Gonzaga Gandini Jr.

3º Examinador

Prof. Dr. Ana Cláudia Moreira Melo Toyofuku

Araraquara, 12 de julho de 2018

DADOS CURRICULARES

Eddy Eder Navarro Jugo

NASCIMENTO	12/02/1983 Iquitos /Loreto/Perú
FILIAÇÃO	Regner Armando Navarro Jugo Rita Elena Jugo Padilla
2002 – 2011	Graduação em Odontologia pela Faculdade de Odontologia, UNAP/Perú.
2014 – 2017	Curso de Especialização em Ortodontia e Ortopedia. Gestos, Grupo de Estudos Ortodônticos e Serviços. Araraquara-Sp.
2016 – 2018	Curso de Pós-graduação, Mestrado, na área de Ortodontia na Faculdade de Odontologia de Araraquara-UNESP.

DEDICO ESTE TRABALHO

A DEUS,

Por nunca ter me abandonado nem nos momentos mais difíceis da minha vida. Por sempre me guiar no meu caminho. Por todas as oportunidades que me concedeu, por ter me ajudado a vencer os desafios encontrados.

A MEUS FILHOS VALERIE, LUCAS E NAIARA

Por serem minha força, por me dar coragem para não desistir e seguir adiante. Vocês são minha maior inspiração para seguir. Amo muito a vocês, meus filhos!

A MEUS PAIS REGNER E RITA

Meu eterno agradecimento por dedicarem suas vidas a mim. Pelo amor incondicional, pela confiança, por me apoiarem em todas as minhas decisões. Obrigado por serem meus melhores exemplos como seres humanos, pelas torcidas e orações prestadas a mim. Vocês foram e são muito fundamentais neste período da minha vida. Amo vocês!

A MEUS IRMÃOS EDSON E ERICK

Obrigado pelo apoio constante a mim! Por serem meus melhores amigos! por todos os momentos que vivemos juntos, pelas conversas e risadas. Por fazerem parte da minha vida e todos os momentos compartilhados durante todos esses anos!

AGRADECIMENTOS ESPECIAS

À meu orientador **Prof. Dr. Ary dos Santos-Pinto**

Por dar-me a oportunidade baixo sua orientação, pela confiança depositada em mim, pelo apoio em cada situação que eu precisava neste trabalho e em outras, aprendi muito a seu lado. Muito obrigado

Aos **Profs. Drs. Luiz Gonzaga Gandini Jr., Lídia Parsekian Martins, Dirceu Bernabé Raveli, Joãa Roberto Gonçalves, Mauricio Sakima,** pelos conselhos, por entender minhas dificuldades, pelos conhecimentos transmitido no período do mestrado. Muito obrigado.

À **Sr. Pedro Segundo Rimachi Inga**

Por que vc. facilitou que eu pudesse estudar em Brasil, pela confiança e muita paciência, estou infinitamente agradecido.

À **Ingrid Müller Ledra**

Pela amizade sincera, incondicional e por todo o carinho é bom saber que sempre posso contar com vc. Por seus conselhos, por estar sempre quando precisei e a contribuição neste trabalho. Muito obrigado.

À **Bruno Lima Minervino**

Por sua amizade é companheirismo, por aquelas conversas longas, seu apoio foi muito importante nesta etapa de minha vida. Tenho certeza que eu ganhe um amigo para vida toda.

Às Uxua Ortecho Zuta, Danny Mendoza Marin

Porque sempre me apoiaram e colaboraram para realizar de esta pesquisa, pela ajuda mutua sempre serão especiais para mim.

À Adriana Souza de Jesus

Muito obrigado pela paciência, confiança, pelos conselhos, aprendizagem do dia a dia, por que me estar ajudando de diversas maneiras, neste pouco tempo que te conheci e sobretudo, muito obrigado pela amizade.

À Carla Duque

Pelas correções na escrita do trabalho, por seus aportes, eu aprendi muito por você.
Muito obrigado.

À Juan Francisco Mariscal Muñoz

Pelo desenvolvimento do analise de modelo usado neste trabalho e pela amizade, seus conselhos. Muito obrigado.

À Lucas Arrais de Campos

Pela ajuda e colaboração na parte estatística neste trabalho, pelos conselhos e por sua amizade.

A todas as pessoas que de alguma maneira ou outra contribuíram para a realização desta pesquisa.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Araraquara (FOAr-UNESP)

Representada pelas Prof^a. Dr^a. Elaine Maria Sgavioli Massucato e vice-diretor Prof. Dr. Edison Alves de Campos, que através de todos os seus professores, funcionários e alunos permitiram minha formação profissional e pessoal neste período de Pós-Graduação.

Aos Funcionários da Área de Ortodontia e Odontopediatria

Pela paciência, atenção, respeito e a disponibilidade durante este período

Aos Funcionários do Laboratório de Ortodontia

O Totô, Diego, e Pedrinho pela ajuda brindada em todo este tempo, por sua amizade, vocês facilitaram muito minha convivência na faculdade sempre estarei agradecido.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior -CAPES, que colaborou financeiramente na pesquisa.

O cientista não é o homem que fornece as verdadeiras respostas; é quem faz as verdadeiras perguntas.

Claude Lévi-Strauss

Navarro Jugo, EE. Avaliação das alterações anteroposterior e transversais produzidas pelo uso dos aparelhos funcionais Bionator e Klammt no tratamento da má oclusão de Classe II, divisão 1 de Angle, por meio de modelos digitais [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2018.

RESUMO

O objetivo de evitar a progressão da má oclusão e propiciar um crescimento craniofacial mais harmonioso. Os ativadores monoblocos e elásticos induzem o posicionamento terapêutico anterior da mandíbula para correção da má oclusão de Classe II podendo expandir ou não as arcadas dentárias para melhorar a forma dos arcos e promover o alinhamento dentário. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do tratamento ortopédico funcional, sobre as relações anteroposteriores e transversais dos arcos dentários no tratamento da má oclusão de classe II com dois tipos de aparelhos ortopédicos funcionais, o Bionator de Balters e o Ativador elástico de Klammt utilizando modelos de estudo digitais. Foram coletadas as documentações ortodônticas de 15 indivíduos com má oclusão de Classe II divisão 1 acompanhados pelo período de 1 ano sem tratamento (grupo controle) e de 30 indivíduos com má oclusão de Classe II divisão 1 tratados com os dois tipos de aparelhos ortopédicos funcionais e acompanhados pelo período de 1 ano (grupo tratado). Modelos em gesso iniciais e após 1 ano de controle ou tratamento foram digitalizados no Scanner 3D R700 e obtidas as medidas de relação oclusal interarcos e das dimensões dos arcos com auxílio do software [*3Shape's OrthoAnalyzer™ Advanced Orthodontic Diagnosis and Treatment Planning*](#). As medidas obtidas foram transferidas para o programa SPSS (versão16, SPSS, Chicago, Ill) para análise estatística. Trabalho 1: O tratamento com o aparelho Bionator pode promover redução significativa no perímetro inferior com aumento do índice de irregularidade de incisivos inferiores (aumentando apinhamento dentário) mas com melhora significativa na relação sagital, com diminuição do overjet e na relação de molares. O tratamento com aparelho de Klammt por sua vez pode promover mudanças significativas na relação sagital, com diminuição do overjet e melhora na relação de molares sem significativa diminuição de perímetro de arco, sendo mais indicado para os casos de pacientes que já possuem apinhamento anteroinferior. Trabalho 2: O aparelho Bionator promoveu um aumento na largura do arco ao nível dos molares superiores e na profundidade do processo palatino e o aparelho Klammt promoveu um aumento na largura do arco ao nível dos caninos, molares inferiores ao nível da fossa, de molares superiores ao nível de cúspide méso palatina e na profundidade de palato. Na Classe II não tratada foi observada uma redução significativa na largura de arco superior. Em relação a discrepância transversal, o aparelho Bionator de Balters se manteve estável e o aparelho ativador elástico de Klammt apresentou uma leve redução enquanto que a Classe II não tratada apresentou aumento da discrepância transversal. Além disso, ambos aparelhos Bionator e Klammt, mostraram uma redução na inclinação do processo palatino direito, no processo palatino e no inter processo palatino.

Palavras Chaves: Má oclusão de Angle classe II. Diagnóstico por imagem. Ortodontia.

Navarro Jugo, EE. Assessment of anteroposterior and transverse changes produced by the use of Bionator and Klammt functional appliances in the treatment of Angle Class II, Division 1 malocclusion by means of digital models [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2018.

ABSTRACT

The objective to avoid the progression of the malocclusion and enable a more harmonious craniofacial growth. The monobloc and the elastic activator induce the mandible to an anterior therapeutic positioning to treat the Class II malocclusion and have different capabilities to expand or not the dental arches to improve the arch form and to promote the dental aligns. The aim of this study was to evaluate the differences in the antero-posterior and transverse dental arch relationship after orthopedic treatment of the Class II malocclusion two types of functional orthopedic appliances (Bionator of Balters and Elastic activator of Klammt) using digital study models. Orthodontic dental records of 15 individuals Class II division 1 malocclusion followed for one year without treatment (control group) and 30 individuals with Class II division 1 malocclusion treated with the two functional orthopedic appliances (Bionator of Balters and Elastic activator of Klammt) and followed for one year (treated group). Initial and final dental casts of these individuals will be digitalized in the 3D R700 Scanner and measurements of the interarch occlusal relationship and of the dimensions of arches were evaluated. The data was assessed through Descriptive Statistic and t test and analysis of variance (anova) statistical analysis. Paper 1: The treatment with the Bionator device can promote a significant reduction in the lower arch perimeter, with an increase in the lower incisor irregularity (increasing tooth crowding), but with a significant improvement in the sagittal relationship, with decrease of the overjet and molar relationship. The treatment with the Klammt device in turn can promote significant changes in the sagittal relationship, with decrease of the overjet and improvement in the relation of molars without significant reduction of arch perimeter, being more indicated for the cases of patients who already have antero-inferior crowding. Paper 2: The Bionator appliance promoted an increase in arch width at the level of the upper molars and in the depth of the palatal process, and Klammt appliance promoted an increase in arch width at the level of the canines, lower molars at the fossa level, upper molars at the level of cusp palate and in the depth of the palate. In untreated Class II a significant reduction in upper arch width was observed. Regarding the transverse discrepancy, the Balters Bionator remained stable and the Klammt elastic activator showed a slight reduction while the untreated Class II showed increased transverse discrepancy. In addition, both Bionator and Klammt appliances showed a reduction in the inclination of the right palatine process, in the palatine process and in the inter palatal process.

Key words: Malocclusion, Angle class II. Diagnostic imagen. Orthodontics.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 PROPOSIÇÃO	16
2.1 Proposição Geral	16
2.2 Proposição Específica	16
3 PUBLICAÇÕES	17
3.1 Publicação 1	17
3.2 Publicação 2	43
4 CONCLUSÃO	68
REFERÊNCIAS	69
ANEXO	73

1 INTRODUÇÃO

A má oclusão de Classe II segundo Angle em 1899, é aquela em que a cúspide méso vestibular do primeiro molar superior permanente oclue mesial em relação ao sulco méso vestibular do primeiro molar inferior permanente, como efeito da discrepância maxilo/mandibular ou de ambas em relação com a base de crânio^{1,2}. A prevalência da Classe II é muito alta na clínica ortodôntica entre as crianças alcançando até 50,3% em crianças com idades entre os 7 a 9 anos, e em 49,7% em crianças com idades entre 10 a 12 anos, de acordo com levantamento da prevalência da má oclusões³.

Pacientes que apresentam má oclusão de Classe II tem que ser tratados, já que sem tratamento não tem a capacidade de autocorreção e podem piorar^{12,13}. O clínico tem que ter a capacidade de reconhecer e diagnosticar a causa da má oclusão de Classe II, para escolher o melhor planejamento para tratar o problema. A correção da Classe II em crianças na dentadura mista pode ser feita com aparelhos extrabucais, aparelhos ortopédicos funcionais fixos e removíveis⁴⁻⁶.

As características que estão presentes em indivíduos portadores de Classe II divisão 1, incisivos superiores sobressalientes, devido à inclinação labial dos destes dentes, lábio superior hipotônico, lábio inferior hipertônico, com possibilidade de apresentar mordida profunda e overjet aumentado, decorrem na maioria dos casos devido ao retrognatismo mandibular, que modificam a atividade dos músculos faciais e a postura de língua de forma que adotem um padrão de contração anormal¹⁴⁻¹⁶.

Com a finalidade de melhorar a discrepância mandibular em relação com a base do crânio e a maxila, no tratamento da má Classe II divisão 1, em pacientes em fase de crescimento, é recomendado realizar o avanço terapêutico mandibular, que resultará numa diminuição da convexidade do perfil melhorando a estética facial¹⁷⁻¹⁹.

Com o propósito de corrigir a má oclusão de Classe II divisão 1, os aparelhos ortopédicos funcionais removíveis mais indicados na atualidade são: Bionator de Balters, Ativador Elástico Aberto de Klammt, Frankel II e aparelho de Bimler⁷⁻¹¹.

O aparelho ortopédico funcional bionator de Balters, foi idealizado por Wilhelm Balters na década de 50^{19,20}. Este aparelho tem com principal mecanismo de ação a propulsão mandibular, que promove mudanças a nível, muscular e dentário e

esquelético na maxila e na mandíbula. Dentre os efeitos esqueléticos são citados mudanças no padrão de crescimento mandibular e remodelação condilar que induzem a alteração da posição mandibular para baixo e para frente, incrementando o terço inferior e mantendo o ângulo do plano mandibular²³⁻²⁶.

Outro aparelho utilizado com muito sucesso no tratamento da má oclusão de Classe II é o ativador aberto elástico de Klammt, que foi desenvolvido por George Klammt em 1953. O mecanismo de ação deste aparelho está baseado na mudança da função e posicionamento mandibular com a finalidade de promover forças favoráveis ao desenvolvimento normal dos dentes e osso basal²⁷⁻²⁹. Por outro lado, o aparelho incentiva à atividade dos músculos faciais, por ser construído por dois segmentos de acrílico unidos por um fio de aço espesso (mola de Coffin), favorece à expansão do arco dental ajudando a melhorar a oclusão e alinhamento dentário^{30,31}. A função da língua e os músculos da face permitem que o aparelho fique estável na cavidade bucal²⁸.

Na literatura encontramos uma grande quantidade de trabalhos publicados sobre o Bionator de Balters e sobre o Ativador de Klammt, onde foram empregados telerradiografias em norma lateral para verificar seus efeitos, e uma escassa quantidade de trabalhos onde foram usados os modelos de estudos dos pacientes. A finalidade de este trabalho é demonstrar o que acontece com a relação anteroposterior e transversal dos arcos dentários em pacientes não tratados e após tratamento com o Bionator de Balters e com o Ativador de Klammt.

4 CONCLUSÃO

O presente estudo teve o objetivo avaliar se o tratamento precoce da Classe II com os aparelhos ortopédicos funcionais Bionator de Balters e Ativador Elástico de Klammt favorecem o desenvolvimento dentoalveolar e o relacionamento dos arcos dentários em crianças com Classe II, divisão 1, com retrusão mandibular, na faixa etária dos 9 aos 12 anos de idade e quais as diferenças básicas nos seus efeitos sobre os arcos dentários. Para possibilitar diferenciar as alterações promovidas pelo tratamento daquelas decorrentes do crescimento e desenvolvimento craniofacial natural, foi utilizado um grupo controle sem tratamento com características clínicas iniciais semelhantes.

O tratamento da má oclusão de Classe II pode ser efetuado com diferentes tipos de aparelhos e protocolos de tratamento, de acordo com as características do problema, tais como discrepância anteroposterior, características dos arcos dentários, fase da dentadura, idade e colaboração do paciente. A fase ortopédica do tratamento normalmente é iniciada na dentadura mista com o objetivo de reduzir a discrepância anteroposterior, utilizando aparelhos ortopédicos funcionais.

O Bionator de Balters e o Ativador Elástico Aberto de Klammt são aparelhos ortopédicos funcionais utilizados em crianças em fase de crescimento, com má oclusão de Classe II, divisão I, associada à retrusão mandibular. A indicação diferencial entre os dois é a presença de apinhamento.

O tratamento com o aparelho Bionator pode promover redução significativa no perímetro inferior com aumento do índice de irregularidade de incisivos inferiores (aumentando apinhamento dentário) mas com melhora significativa na relação sagital, com diminuição do overjet e na relação de molares.

O tratamento com aparelho de Klammt por sua vez pode promover mudanças significativas na relação sagital, com diminuição do overjet e melhora na relação de molares sem significativa diminuição de perímetro de arco, sendo mais indicado para os casos de pacientes que já possuem apinhamento anteroinferior.

REFERÊNCIAS*

1. Sjögren APG, Lindgren JE, Huggare JÅ V. Orthodontic study cast analysis—reproducibility of recordings and agreement between conventional and 3D virtual measurements. *J Digit Imaging*. 2010; 23(4): 482–92.
2. Keating AP, Knox J, Bibb R, Zhurov AI. A comparison of plaster, digital and reconstructed study model accuracy. *J Orthod*. 2008; 35(3): 191–201.
3. McNamara JA. Component of Class II malocclusion in children 8-10 year of age. *Angle Orthod*. 1981; 51(3): 177–202.
4. Proffit WR. *Contemporary orthodontics*. 2nd ed. St. Louis: Mosby; 1993.
5. Stahl F, Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. Longitudinal growth changes in untreated subjects with Class II Division 1 malocclusion. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2008; 134(1): 125–37.
6. Kumar S, Sidhu SS, Kharbanda OP. A cephalometric evaluation of the dental and facial-skeletal effects using the Bionator with stepwise protrusive activations. *J Clin Pediatr Dent*. 1996; 20(2): 101–8.
7. Faltin K, Faltin RM, Baccetti T, Franchi L, Ghiozzi B, McNamara JA. Long-term effectiveness and treatment timing for bionator therapy. *Angle Orthod*. 2003; 73(3): 221–30.
8. Francisconi MF, Henriques JFC, Janson G, Freitas KMS De, Santos PBD Dos. Stability of Class II treatment with the Bionator followed by fixed appliances. *J Appl Oral Sci*. 2013; 21(6): 547–53.
9. Inamassu-Lemes SM, Fuziy A, Costa ALF, Carvalho PEG, Nahas-Scocate ACR. Dentoskeletal and soft tissue effects in the treatment of Class II malocclusion with Klammt's Elastic Open Activator. *J Contemp Dent Pract*. 2016; 17(1): 63–9.
10. Gonçalves R de C, Pinto A dos S, Raveli DB, Junior LGG, Meloti AF. Influence of the construction bite vertical and horizontal dimensions on dentoskeletal structures induced by the Klammt appliance in Class II treatment. *Brazilian J Oral Sci*. 2011; 10(2): 113–9.
11. Janson I. A cephalometric study of the efficiency of the Bionator. *Trans Eur Orthod Soc*. 1977; 53: 283–93.
12. Santos-Pinto PR, Martins LP, Santos-Pinto A, Gandini Júnior LG, Raveli DB, Santos-Pinto CCM. Mandibular growth and dentoalveolar development in the treatment of class II, division 1, malocclusion using Balters Bionator according to the skeletal maturation. *Dental Press J Orthod*. 2013; 18(4): 43–52.
13. Cozza P, De Toffol L, Colagrossi S. Dentoskeletal effects and facial profile changes during activator therapy. *Eur J Orthod*. 2004; 26(3): 293–302.

* 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>.

14. Araujo AM, Buschang PH, Melo ACM. Adaptive condylar growth and mandibular remodelling changes with bionator therapy - An implant study. *Eur J Orthod.* 2004; 26(5): 515–22.
15. Harvold EP, Vargervik K. Morphogenetic response to activator treatment. *Am J Orthod.* 1971; 60(5): 478–90.
16. Jakobsson S. Cephalometric evaluation of treatment effect on Class II, Division 1 malocclusions. *Am J Orthod.* 1967; 53(6): 446–57.
17. Pancherz H. A cephalometric analysis of skeletal and dental changes contributing to Class II correction in activator treatment. *Am J Orthod.* 1984; 85(2): 125–34.
18. Little RM. The irregularity index: a quantitative score of mandibular anterior alignment. *Am J Orthod.* 1975; 68(5): 554–63.
19. Sousa MVS, Vasconcelos EC, Janson G, Garib D, Pinzan A. Accuracy and reproducibility of 3-dimensional digital model measurements. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2012; 142(2): 269–73.
20. Baccetti T, Franchi L, Mcnamara JA, Tollaro I. Early dentofacial features of Class II malocclusion: a longitudinal study from the deciduous through the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;111(5): 502-9.
21. 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.
22. Tollaro I, Baccetti T, Franchi L, Tanasescu CD. Role of posterior transverse interarch discrepancy in Class II, Division 1 malocclusion during the mixed dentition phase. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996; 110(4): 417–22.
23. Roberto R, Martins DR, Scavone Jr H, Cotrim-Ferreira FA, Vellini-Ferreira F. Estudo comparativo das dimensões transversais dos arcos dentários entre jovens com oclusão normal e má oclusão de Classe II, 1ª divisão. *Rev Dent Press Ortod Ortop Facial.* 2006; 11(4): 118–25.
24. Burson CE. A study of individual variation in mandibular bicanine dimension during growth. *Am J Orthod.* 1952; 38(11): 848–65.
25. Bishara SE, Ortho D, Hoppens BJ, Ft Jakobsen J, Kohout FJ. Changes in the molar relationship between the deciduous and permanent dentitions: a longitudinal study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988; 93(1): 19-28.
26. Owen AH. Morphologic changes in the transverse dimension using the Fränkel appliance. *Am J Orthod.* 1983; 83(3): 200-17.
27. Araújo AM, Buschang PH. Os efeitos dos aparelhos funcionais sobre a dimensão transversal da maxila e mandíbula. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2005; 10(2): 119–28.
28. Fränkel R. Decrowding during eruption under the screening influence of vestibular shields. *Am J Orthod.* 1974; 65(4): 372–406.
29. Frankel R. The guidance of eruption without extraction. *Eur J Orthod.* 2007; 29(Supplement 1): i107–13.

30. Ghafari J. Palatal sutural response to buccal muscular displacement in the rat. *Am J Orthod.* 1984; 85(4): 351–6.
31. Gibbs SL, Hunt NP. Functional appliances and arch width. *Br J Orthod.* 1992; 19(2): 117–25.
32. Landázuri DRG, Raveli DB, Santos-Pinto A dos, Dib LPS, Maia S. Changes on facial profile in the mixed dentition, from natural growth and induced by Balters' bionator appliance. *Dental Press J Orthod.* 2013; 18(2): 108–15.
33. Malta LA, Baccetti T, Franchi L, Faltin K, McNamara JA. Long-term dentoskeletal effects and facial profile changes induced by bionator therapy. *Angle Orthod.* 2010 80(1): 10–7.
34. Santos-Pinto RP, Martins LP, Santos-Pinto A, Gandini Junior LG, Raveli DB. Mandibular growth and dentoalveolar development in the treatment of Class II, division 1, malocclusion using Balters Bionator according to the skeletal maturation. *Dent Press J Orthod.* 2013; 18(4): 43–52.
35. Simplício H, Roberto P, Sakima T, Santos-Pinto A dos, Barnabé Ravelli D, Sakima T. The use of klammt appliance as a coadjuvant in the Class II treatment. *J Bras Ortodon Ortop Facial.* 2003; 8(45): 225–31.
36. Lino FM, Kelmer F, Vieira J, Costa D. Activator elastic open in klammt treatment of bad occlusion Class II division 1. *J Surg Clin Dent.* 2015; 7(1): 20–3.
37. Choi D-S, Jeong Y-M, Jang I, Jost-Brinkmann PG, Cha B-K. Accuracy and reliability of palatal superimposition of three-dimensional digital models. *Angle Orthod.* 2010; 80(4): 685–91.
38. Hajeer MY, Millett DT, Ayoub AF, Siebert JP. Applications of 3D imaging in orthodontics: part I. *J Orthod.* 2004; 31(1): 62–70.
39. Ashmore JL, Kurland BF, King GJ, Wheeler TT, Ghafari J, Ramsay DS. A 3-dimensional analysis of molar movement during headgear treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002; 121(1): 18-30.
40. Miller RJ, Kuo E, Choi W. Validation of align technology's treat III digital model superimposition tool and its case application. *Orthod Craniofac Res.* 2003; 6 Suppl 1:143–9.
41. Trpkova B, Major P, Prasad N, Nebbe B. Cephalometric landmarks identification and reproducibility: a meta analysis. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1997; 112(2): 165–70.
42. Ghafari J, Baumrind S, Efstratiadis S. Misinterpreting growth and treatment outcome from serial cephalographs. *Clin Orthod Res.* 1998; 1(2): 102–6.
43. Tavares Camardella L, MartinsSouza J, Souza Vilella B O, Vilella V. Avaliação da acurácia e confiabilidade de modelos digitais por escaneamento do modelo de gesso evaluation. *Ortodontia.* 2014; 47(6): 553–9.
44. Torassian G, Kau CH, English JD, Powers J, Bussa HI, Marie Salas-Lopez A. Digital models vs plaster models using alginate and alginate substitute materials. *Angle Orthod.* 2010; 80(4): 662–9.

45. Mullen SR, Martin CA, Ngan P, Gladwin M. Accuracy of space analysis with emodels and plaster models. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2007; 132(3): 346–52.
46. Wiranto MG, Engelbrecht WP, Tutein Nolthenius HE, van der Meer WJ, Ren Y. Validity, reliability, and reproducibility of linear measurements on digital models obtained from intraoral and cone-beam computed tomography scans of alginate impressions. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2013; 143(1): 140–7.
47. Leifert MF, Leifert MM, Efstratiadis SS, Cangialosi TJ. Comparison of space analysis evaluations with digital models and plaster dental casts. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2009; 136(1): 16.e1-16.e 4.
48. 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.