

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 14/09/2020.



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



João Paulo Schwartz

Avaliação tomográfica das alterações dentárias induzidas pelo aparelho Herbst

Araraquara

2018



UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Odontologia de Araraquara



João Paulo Schwartz

Avaliação tomográfica das alterações dentárias induzidas pelo aparelho Herbst

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

Orientador: Prof. Dr. Dirceu Barnabé Ravelli

Araraquara
2018

Schwartz, João Paulo

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

64 f. ; 30 cm.

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

Orientador: Prof. Dr. Dirceu Barnabé Ravelli

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

João Paulo Schwartz

Avaliação tomográfica das alterações dentárias induzidas pelo aparelho Herbst

Comissão julgadora

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

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

Araraquara, 14 de setembro de 2018.

DADOS CURRICULARES

João Paulo Schwartz

NASCIMENTO: 18/12/1985 - Curitiba - Paraná

FILIAÇÃO: Humberto Osvaldo Schwartz

Norma Marli Dillenburg Schwartz

Formação Acadêmica

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

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

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

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

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

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

AGRADECIMENTOS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

RESUMO

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

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

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

ABSTRACT

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

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

SUMÁRIO

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

1 INTRODUÇÃO

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

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

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

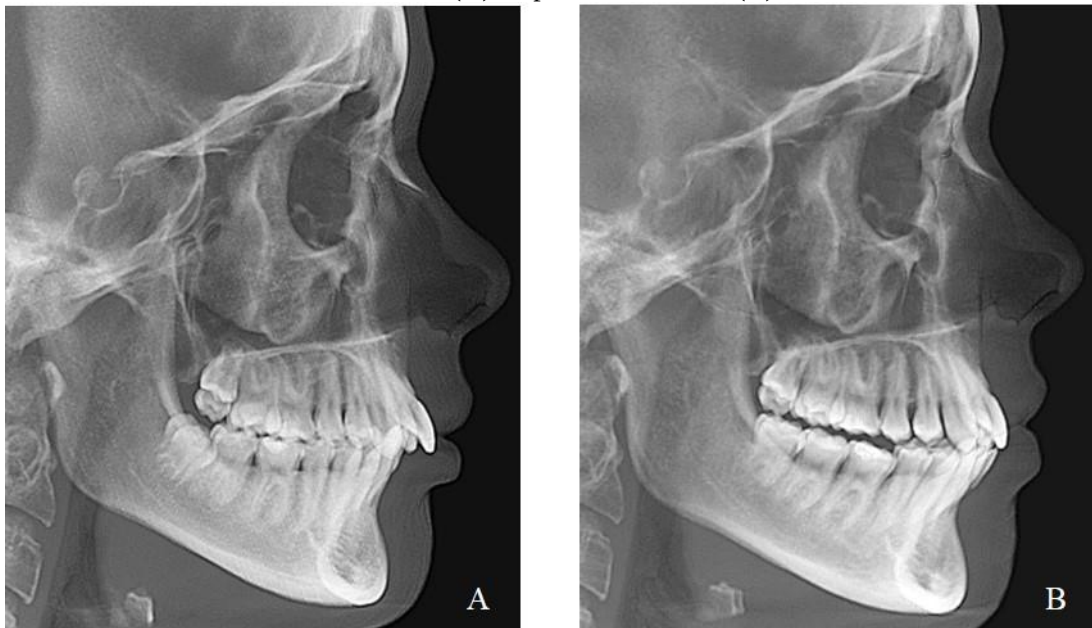
O tratamento da má oclusão de Classe II sofre influência de fatores como protocolo de tratamento, severidade da má oclusão, idade do paciente, seu grau de colaboração com o tratamento e, considerando-se os protocolos de tratamento, a Classe II pode ser tratada com ou sem extrações¹⁰. A utilização do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

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

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

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

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



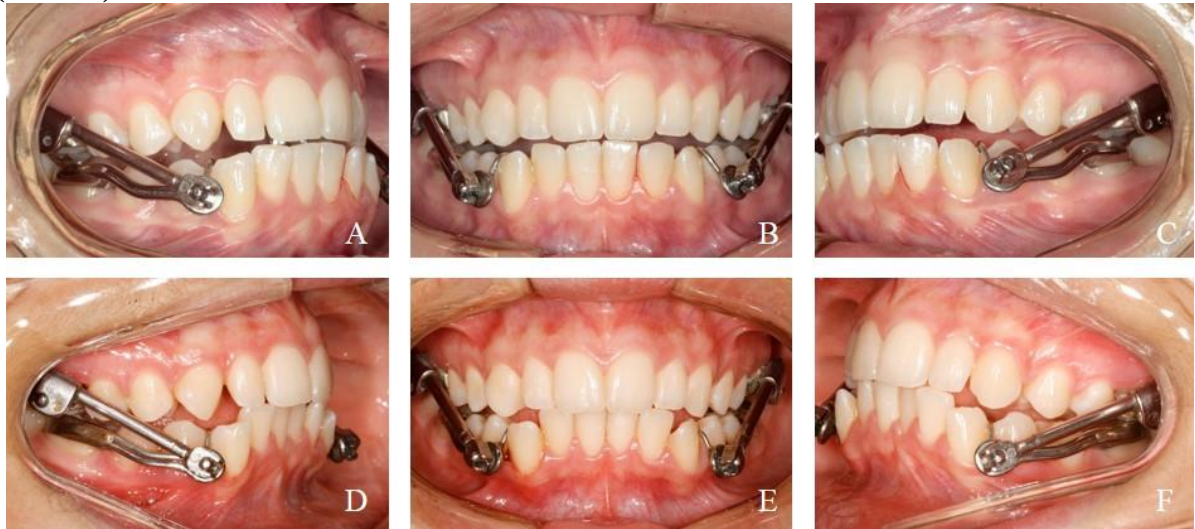
Fonte: Arquivo pessoal do autor.

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



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

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



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

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

7 CONCLUSÃO

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

REFERÊNCIAS*

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

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

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

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

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

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

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

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