

Análise da forma do arco dentário e da distância intercaninos em más-oclusões de Classe I

Assessment of arch form and intercanine width in Class I malocclusions

Daisy Jhessit Choque Cosme*
Marlos Eurípedes de Andrade Loiola**
Luiz Silva dos Santos***
Paulo Eduardo Guedes Carvalho****
Rívea Inês Ferreira****

*Acadêmica do Curso de Odontologia – Universidade Cidade de São Paulo, Unicid.

**Aluno do Programa de Mestrado em Ortodontia – Universidade Cidade de São Paulo, Unicid.

***Técnico pesquisador – Universidade de São Paulo, USP; Professor de Estatística – Universidade Cidade de São Paulo, Unicid.

****Professores associados do Programa de Mestrado em Ortodontia – Universidade Cidade de São Paulo, Unicid.

RESUMO – Há um interesse clínico justificável pela avaliação do formato de arco mais favorável à estabilidade pós-correção ortodôntica. Assim, o objetivo deste estudo foi comparar as formas dos arcos dentários e as distâncias intercaninos maxilar e mandibular antes e após o tratamento, em más-oclusões de Classe I. A amostra incluiu 28 pares de modelos de estudo pré e pós-tratamento de pacientes dos 11 anos e sete meses aos 24 anos e sete meses ao final (22 do gênero feminino, seis do masculino). Um examinador calibrado avaliou as formas dos arcos com gabaritos Ortho Form e mensurou as distâncias intercaninos por meio de paquímetro digital (precisão de 0,01 mm). A análise das coincidências entre formatos dos arcos foi realizada pela estatística Kappa. As distâncias intercaninos foram comparadas pelo teste *t Student* ($\alpha = 5\%$). O formato ovoide foi o mais frequente pré e pós-tratamento, apesar dos coeficientes Kappa terem indicado 30% e 14,5% de coincidência para os arcos maxilar e mandibular, respectivamente. As distâncias intercaninos maxilares pré (34,66 mm \pm 2,7 mm) e pós-tratamento (34,76 mm \pm 2,0 mm) não diferiram estatisticamente. Também não houve diferenças significativas entre as distâncias intercaninos mandibulares pré (26,98 mm \pm 2,0 mm) e pós-tratamento (26,40 mm \pm 1,7 mm). Nos casos tratados de más-oclusões de Classe I, o formato ovoide foi o mais prevalente em ambos os arcos e as distâncias intercaninos não foram significativamente alteradas.

Unitermos – Arco dental; Má-oclusão de Angle Classe I; Diagnóstico; Ortodontia.

ABSTRACT – There is a justifiable clinical interest in the assessment of the most favorable arch form related to post-treatment stability in Orthodontics. Thus, the aim of this study was to compare pre- and post-treatment maxillary and mandibular arch forms and intercanine widths, in Class I malocclusions. The sample consisted of 28 pre- and post-treatment pairs of study casts taken from patients aged 11 years and 7 months to 24 years and 1 month at the beginning of treatment and from 13 years and 11 months to 25 years and 7 months at the end (22 females, 6 males). One calibrated examiner assessed arch forms using the Ortho Form templates and measured intercanine widths by means of a digital caliper (accurate to 0.01 mm). Analysis of coincidence between arch forms was carried out using Kappa statistics. Intercanine widths were compared using the student's *t-test* ($\alpha = 5\%$). Ovoid was the most frequent pre- and post-treatment arch form, although kappa coefficients have indicated 30% e 14.5% of coincidence for the maxillary and mandibular arches, respectively. Pre- (34.66 mm \pm 2.7 mm) and post-treatment (34.76 mm \pm 2.0 mm) maxillary intercanine widths were not statistically different. Similarly, no significant differences were found between pré (26.98 mm \pm 2.0 mm) and post-treatment (26.40 mm \pm 1.7 mm) mandibular intercanine widths. After treatment of these Class I malocclusions, the ovoid shape was the most prevalent one in both dental arches and the intercanine widths were not significantly modified.

Key Words – Dental arch; Malocclusion; Angle Class I; Diagnosis; Orthodontics.

Recebido em jul/2011 – Aprovado em ago/2011

II INTRODUÇÃO

A estabilidade do tratamento ortodôntico talvez seja, dentre as metas a serem alcançadas, a de mais difícil obtenção. No início do século passado, já se afirmava que as recidivas devem ser esperadas, se os dentes não permanecerem em oclusão normal ao final do tratamento¹. No tratamento ortodôntico, as posições dentárias são estabelecidas pela configuração do arco das bases ósseas, ou seja, os dentes serão alinhados sobre o rebordo alveolar, que apresenta uma forma específica de acordo com as características anatômicas de cada indivíduo.

Durante o diagnóstico das más-oclusões, o ortodontista precisa identificar corretamente a morfologia dos arcos dentários do paciente. O arco do osso basal é formado por volta de nove semanas e meia de vida intrauterina² e sua forma é, inicialmente, determinada pela configuração do suporte ósseo e, então, pela erupção dos dentes, pela atuação da musculatura peribucal e pelas forças funcionais intrabucais³. A tendência dos dentes e das estruturas de suporte sofrerem modificações dimensionais com o tratamento pode acarretar alterações nas formas dos arcos dentários.

A determinação adequada de forma e dimensão do arco dentário mandibular é um fator de estabilidade dos resultados terapêuticos⁴. Apesar das inúmeras tentativas para descrever a conformação ideal dos arcos dentários, é importante reconhecer as amplas variações individuais inerentes a este aspecto anatômico dos seres humanos, condicionadas por uma vasta combinação de fatores genéticos e funcionais, em proporções imponderáveis à luz dos conhecimentos científicos atuais⁵⁻¹¹. Do ponto de vista clínico, o apinhamento é a alteração oclusal mais frequente. A relação entre a forma do osso basal mandibular e a presença ou ausência do apinhamento ainda não é bem esclarecida. Contudo, evidencia-se que esta alteração é mais prevalente em portadores de arco com formato triangular¹².

Diversos estudos sobre a forma e as dimensões dos arcos dentários foram realizados em diferentes populações, mostrando que o ortodontista deve trabalhar com a diversidade para proporcionar um tratamento individualizado e mais eficaz. Em um estudo brasileiro, baseado em uma amostra de 148 pacientes ortodônticos residentes na cidade de São Paulo, observou-se que o formato mais frequente foi o ovoide⁹. Outro estudo, em uma amostra de 30 brasileiros residentes na cidade de Recife, apresentou o formato cônico como o mais prevalente¹¹. A partir de investigações comparativas, constatou-se que a forma do arco mandibular mais frequente para israelenses foi ovoide e para norte-americanos brancos foi cônica. Os arcos dentários de israelenses seriam mais largos¹³. Na população

egípcia, os arcos dentários são mais estreitos em relação à norte-americana. No grupo de norte-americanos, a forma mais frequente de arco dentário foi ovoide, seguida por cônica e quadrada. Recomenda-se selecionar arcos mais estreitos a partir das variações disponíveis no mercado para atender aos pacientes egípcios¹⁴. Em uma pesquisa na Croácia, concluiu-se que as dimensões dos arcos dentários estão relacionadas ao gênero e à classificação dentoalveolar. Indivíduos com Classes I e II parecem ter dimensões semelhantes no arco maxilar, porém, os com Classe II têm insuficiência transversal no arco mandibular. Em pacientes com Classe III, o arco maxilar teria dimensões transversais e sagitais insuficientes. No arco mandibular, predominaria a dimensão transversal, mas não a dimensão sagital¹⁵.

Estudos sobre as avaliações dimensionais e de forma dos arcos dentários pré e pós-tratamento fornecem dados clínicos relevantes para o planejamento em Ortodontia, que se constitui em aspecto fundamental na condução da terapia ortodôntica e fator determinante de estabilidade da finalização. Desse modo, o objetivo deste estudo foi comparar as formas dos arcos dentários e as distâncias intercaninos maxilares e mandibulares antes e após o tratamento, em casos de más-oclusões de Classe I finalizados com sucesso, sem a necessidade de exodontias de dentes permanentes ou expansão palatina.

II MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em conformidade com as normas e os princípios universalmente aceitos para a pesquisa com seres humanos, segundo a resolução 196/96.

Seleção da amostra

Foram selecionados 28 pares de modelos de estudo em gesso pré e pós-tratamento de pacientes (22 do gênero feminino e seis do masculino) na faixa etária dos 11 anos e sete meses aos 24 anos e um mês de idade ao início do tratamento e dos 13 anos e 11 meses aos 25 anos e sete meses ao final, no arquivo de casos tratados da Clínica de Ortodontia da Universidade Cidade de São Paulo – Unicid. Os pacientes com dentadura permanente completa (do primeiro molar direito ao primeiro molar esquerdo, nos arcos maxilar e mandibular) foram selecionados de acordo com os seguintes critérios de inclusão, investigados nas pastas de documentação individual: diagnosticados com má-oclusão de Classe I de Angle e tratados ortodonticamente sem exodontias de dentes permanentes, utilização de placa labioativa (PLA) e/ou aparelhos extrabucais, ausência de expansão maxilar ou disjunção palatina, ausência de lesões de cárie extensas, destruições coronárias ou restaurações proximais que

alterassem a dimensão mesiodistal dos dentes e a ausência de síndromes ou fissuras labiopalatais. Todos os casos avaliados foram tratados por alunos de Pós-graduação em Ortodontia, sob supervisão direta de professores orientadores, tendo sido utilizados aparelhos de técnica pré-ajustada com canaleta de dimensão .022”.

Avaliação das características dos arcos dentários

Para a avaliação das características dos arcos dentários maxilar e mandibular em modelos de gesso, um examinador calibrado utilizou o gabarito Ortho Form (3M Unitek, Monrovia, CA, EUA) segundo o método proposto em estudos prévios^{9,11}. Cada gabarito de forma do arco foi digitalizado e impresso em folha de transparência. Durante as avaliações, as impressões dos gabaritos foram posicionadas sobre os modelos de gesso, seguindo a curvatura dos dentes anteriores (precisamente desde o primeiro pré-molar do lado direito ao primeiro pré-molar do lado esquerdo). Os arcos dentários foram classificados em cônico de menor (a) e maior (b) dimensão, ovoide (c) e quadrado (d).

As larguras intercaninos maxilares e mandibulares (LgCMx/LgCMd) foram estabelecidas conforme a distância, em milímetros, entre as pontas das cúspides dos caninos dos lados direito e esquerdo. Nos casos em que as pontas de cúspides estivessem desgastadas, era estimado um ponto de referência ao centro da face dentária correspondente para avaliação, de acordo com o método descrito em outros estudos^{16,17}. As distâncias intercaninos foram mensuradas por meio de um paquímetro digital (Mitutoyo, Mitutoyo Sul Americana Ltda., Suzano – SP, Brasil) com precisão de 0,01 mm.

Com o intuito de evitar fadiga visual, as avaliações e as mensurações foram executadas em períodos distintos, com duração máxima de três horas. A forma do arco e a distância intercaninos foram avaliadas em ocasiões diferentes, sendo que o examinador avaliava dez modelos de gesso no primeiro e segundo períodos destinados a cada característica e, no

terceiro período, mais oito modelos. O número de modelos de gesso avaliados em cada período era o mesmo, porém, o caso era selecionado por meio de sorteio com base no número da documentação ortodôntica, nas fases pré e pós-tratamento. Os dados oriundos das análises eram registrados em planilhas separadas, segundo o parâmetro de diagnóstico pesquisado.

Análise do erro do método

Para atestar a calibração do examinador e, portanto, estimar a reprodutibilidade das análises, foram selecionados aleatoriamente dez modelos pré-tratamento de pacientes que não faziam parte da amostra. A forma do arco e a distância intercaninos foram avaliadas nesses modelos, por duas vezes, com um intervalo mínimo de 20 dias entre as coletas de dados. Os coeficientes Kappa para as formas dos arcos maxilar (1,00) e mandibular (0,844) indicaram ótima concordância entre as duas avaliações. Com a aplicação do teste *t Student* para análise das distâncias intercaninos maxilar ($p = 0,933$) e mandibular ($p = 0,960$) constatou-se que não houve diferenças significativas entre dados obtidos após as duas repetições das mensurações.

Tratamento estatístico

A análise das coincidências entre as formas dos arcos maxilar e mandibular pré e pós-tratamento foi realizada por meio da estatística Kappa. As médias das distâncias intercaninos foram comparadas pelo teste *t Student* pareado ($\alpha = 5\%$).

RESULTADOS

Para o arco maxilar, o valor do coeficiente Kappa foi de 0,304, indicando que houve concordância em apenas 30% dos casos, entre as avaliações pré e pós-tratamento. As Figuras 1 e 2 demonstram que houve redução das formas cônicas e aumento do formato ovoide após o tratamento ortodôntico. A forma quadrada foi mantida.

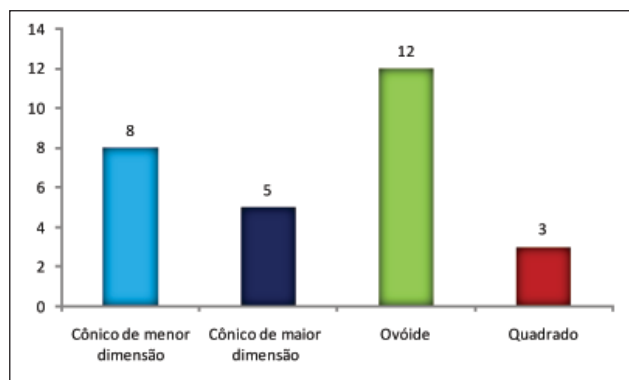


Figura 1

Frequência absoluta das formas para o arco maxilar ao início do tratamento ortodôntico, em casos de má-oclusões de Classe I.

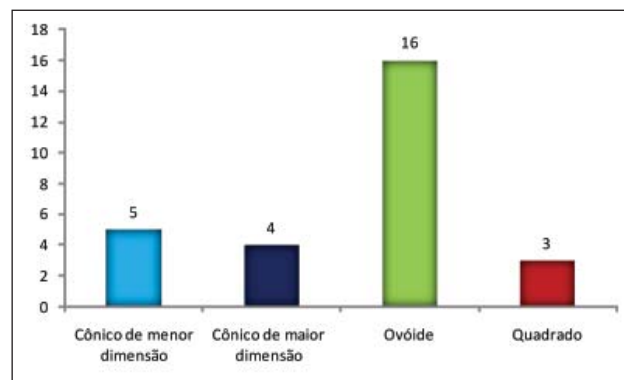


Figura 2

Frequência absoluta das formas para o arco maxilar após o tratamento ortodôntico, em casos de má-oclusões de Classe I.

Considerando-se o arco mandibular, o coeficiente Kappa foi ainda menor (0,132), ou seja, foram observadas coincidências em somente 13% dos casos clínicos. De acordo com as Figuras 3 e 4, houve redução nas frequências relativas às formas cônicas de menor dimensão e quadradas. Similarmente ao arco maxilar, constatou-se o aumento da forma ovoide em quatro casos.

Em que pese as modificações no formato dos arcos maxilares, as distâncias intercaninos pré (34,66 mm ± 2,7 mm) e pós-tratamento (34,76 mm ± 2,0 mm) não foram significativamente alteradas (p = 0,772). Algo semelhante foi verificado entre as distâncias intercaninos inferiores pré (26,98 mm ±

2,0 mm) e pós-tratamento (26,40 mm ± 1,7 mm), p = 0,058. A Tabela 1 apresenta os valores mínimos e máximos relativos às distâncias intercaninos. Constatou-se que as alterações não foram muito contrastantes. A Figura 5 exibe os gráficos de caixa (*box plots*) para as distâncias intercaninos superiores e inferiores, aferidas antes e após o tratamento ortodôntico. Além de representar a dispersão dos dados, indica a mediana, valor que ocupa a posição central dos dados ordenados. Embora média e mediana não se coincidam, não se observam *outliers* ou pontos discrepantes, que caracterizam distribuição irregular dos dados.

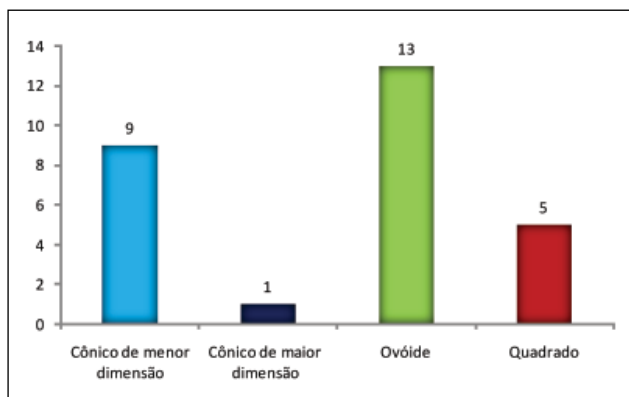


Figura 3

Frequência absoluta das formas para o arco mandibular ao início do tratamento ortodôntico, em casos de más-oclusões de Classe I.

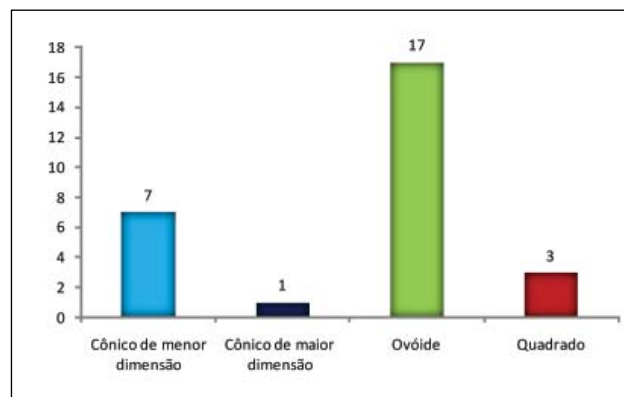


Figura 4

Frequência absoluta das formas para o arco mandibular após o tratamento ortodôntico, em casos de más-oclusões de Classe I.

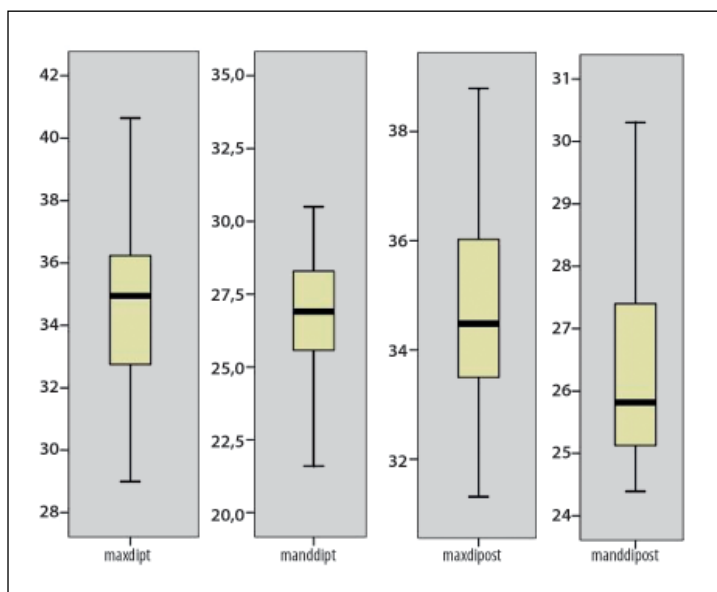


Figura 5

Box plots das distâncias intercaninos ao início e após o tratamento ortodôntico, em casos de más-oclusões de Classe I (maxdipt: distância intercaninos superiores pré-tratamento; manddipt: distância intercaninos inferiores pré-tratamento; maxdipost: distância intercaninos superiores pós-tratamento; manddipost: distância intercaninos inferiores pós-tratamento).

TABELA 1 - VALORES MÍNIMOS E MÁXIMOS PARA AS DISTÂNCIAS INTERCANINOS PRÉ E PÓS-TRATAMENTO, EM 28 CASOS DE MÁ-OCCLUSÕES DE CLASSE I

Distância intercaninos	Mínima (mm)	Máxima (mm)
Maxilar pré-tratamento	29,00	40,64
Maxilar pós-tratamento	31,31	38,79
Mandibular pré-tratamento	21,60	30,50
Mandibular pós-tratamento	24,39	30,30

II DISCUSSÃO

Após o estabelecimento de características oclusais satisfatórias, do ponto de vista funcional e estético, a manutenção da forma e das dimensões dos arcos dentários, principalmente nas regiões de caninos e molares inferiores, constitui-se em pressuposto para a estabilidade dos casos tratados, em condições periodontais favoráveis. As dimensões alteradas durante o tratamento ortodôntico tendem a retornar às medidas preexistentes, especialmente a largura intercaninos¹⁸. Os ortodontistas devem levar em consideração que há uma relação entre o formato dos arcos dentários e o tipo facial. Ademais, os dentes se conformam à configuração do crânio¹⁹.

Em se tratando da forma do arco dentário, os resultados deste estudo indicam que o tratamento ortodôntico manteve esta característica na maioria dos casos selecionados de más-oclusões Classe I (Figuras 1 a 4). No entanto, em quatro casos, observou-se a condução para a forma ovoide que, durante a finalização, proporcionaria o guia anterior e seria mais aprazível esteticamente. Para a maxila, os arcos de forma quadrada foram mantidos inalterados (Figuras 1 e 2), ao passo que na mandíbula houve modificação em dois casos (Figuras 3 e 4). A possível explicação para esta modificação em um arco de formato marcante e diagnóstico subjetivo mais fidedigno²⁰ estaria relacionada à correção de apinhamentos anteriores.

O formato ovoide também foi frequentemente observado em outros grupos amostrais de brasileiros e estrangeiros^{9,13-14}. Os autores de um estudo com pacientes portadores de má-oclusão de Classe I de Angle verificaram que a forma de arco mais prevalente foi a ovoide, com frequências de 53,3% e 60% nos grupos com e sem apinhamento, respectivamente¹². Quanto ao formato quadrado, é interessante citar um estudo comparativo em que os pesquisadores avaliaram 160 norte-americanos brancos e 368 coreanos²¹. Nos coreanos, a forma de arco mais frequente foi a quadrada, enquanto que nos norte-americanos brancos foi a triangular. Os arcos dentários dos coreanos apresentavam-se mais largos e compridos.

Embora existam estudos comparativos e a sugestão de formatos padrões, segundo alguns grupos raciais e técnicas ortodônticas, a individualização dos arcos parece ser necessária em muitos casos, para se obter estabilidade pós-tratamento em longo prazo. Pacientes que tiveram os formatos de seus arcos dentários alterados durante o tratamento ortodôntico sem exodontias, em casos de más-oclusões de Classe I ou II, não evidenciaram estabilidade; quase 70% apresentaram alterações significativas após o tratamento²². Sugere-se que o formato de arco do paciente seja selecionado, ao início do tratamento ortodôntico, a partir do arco mandibular²³.

Após o estabelecimento de características oclusais satisfatórias, do ponto de vista funcional e estético, a manutenção da forma e das dimensões dos arcos dentários, principalmente nas regiões de caninos e molares inferiores, constitui-se em pressuposto para a estabilidade dos casos tratados, em condições periodontais favoráveis.

De acordo com os resultados do presente estudo, não houve alteração significativa da distância intercaninos após o tratamento ortodôntico de más-oclusões de Classe I, sem exodontias, aparelhos extrabucais ou expansão/disjunção palatal. Os dados da Tabela 1 e os gráficos de caixas da Figura 5 demonstram certa variabilidade das medidas, atribuída também à alta precisão do instrumento de medição utilizado. Contudo, a ausência de *outliers* indica que as médias das distâncias intercaninos superiores (34,66 mm a 34,76 mm) e inferiores (26,40 mm a 26,98 mm) são confiáveis para avaliações comparativas.

Os valores médios supracitados para o arco inferior seriam mais baixos em relação aos mensurados em grupos de norte-americanos brancos 29,0 mm e israelenses 29,37 mm portadores de má-oclusão de Classe I¹³. Em outro trabalho com portadores deste mesmo tipo de má-oclusão, as distâncias intercaninos inferiores médias foram um pouco menores: 28,5 mm para egípcios e 28,3 mm para norte-americanos brancos¹⁴. Na Turquia, com uma amostra total de 26 pacientes portadores de má-oclusão de Classe I, sendo que metade foi tratada com exodontias e a outra metade sem exodontias de pré-molares, mas com desgaste interproximal (sem a utilização de aparelhos para expansão em qualquer dos dois grupos), não houve diferenças significativas quanto aos valores médios das distâncias intercaninos superiores e inferiores, com base no método de tratamento²⁴. No grupo tratado sem exodontias, as distâncias intercaninos pré e pós-tratamento superiores (34,02 mm e 33,78 mm, respectivamente) e inferiores (24,60 mm e 25,52 mm, respectivamente) também não demonstraram diferenças estatísticas. Convém ressaltar que os referidos valores estão mais próximos aos observados neste

estudo. Em adição, reforça-se o fato do tratamento da má-oclusão de Classe I sem exodontias e expansões não alterar a largura dos arcos dentários superior e inferior.

II CONCLUSÃO

Neste estudo, os casos de más-oclusões de Classe I finalizados com sucesso, sem a necessidade de exodontias de dentes permanentes ou expansão palatina, apresentaram com maior frequência arcos maxilares e mandibulares ovoides, mesmo com modificações de formato observadas após o tratamento ortodôntico.

As distâncias intercaninos maxilares e mandibulares não foram significativamente alteradas pelo tratamento ortodôntico.

Nota de esclarecimento

Nós, os autores deste trabalho, não recebemos apoio financeiro para pesquisa dado por organizações que possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho. Nós, ou os membros de nossas famílias, não recebemos honorários de consultoria ou fomos pagos como avaliadores por organizações que possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho, não possuímos ações ou investimentos em organizações que também possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho. Não recebemos honorários de apresentações vindos de organizações que com fins lucrativos possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho, não estamos empregados pela entidade comercial que patrocinou o estudo e também não possuímos patentes ou *royalties*, nem trabalhamos como testemunha especializada, ou realizamos atividades para uma entidade com interesse financeiro nesta área.

Endereço para correspondência:

Rívea Inês Ferreira (Unicid – Mestrado em Ortodontia)

Rua Cesário Galeno, 448 – Bloco A – Tatuapé

03071-000 – São Paulo – SP

Tel.: (11) 2178-1310

riveaines@yahoo.com

Referências

1. Angle EH. Treatment of malocclusion of the teeth. 7th ed. Philadelphia: SS White Manufacturing; 1907.
2. Braun S, Hnat WP, Fender DE, Legan HL. The form of the human dental arch. *Angle Orthod* 1998;68(1):29-36.
3. Burdi AR. Morphogenesis of mandibular dental arch shape in human embryos. *J Dent Res* 1968;47(1):50-8.
4. Strang RHW. Factors of influence in producing a stable result in the treatment of malocclusion. *Am J Orthod Oral Surg* 1946;32(6):313-32.
5. Beazley WW. Assessment of mandibular arch length discrepancy utilizing an individualized arch form. *Angle Orthod* 1971;41(1):45-54.
6. Raberin M, Laumon B, Martin JL, Brunner F. Dimensions and form of dental arches in subjects with normal occlusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;104(1):67-72.
7. Lee RT. Arch width and form: a review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;115(3):305-13.
8. Noroozi H, Nik TH, Saeeda R. The dental arch form revisited. *Angle Orthod* 2001;71(5):386-9.
9. Oliveira DA, Cotrim-Ferreira FA, Valle-Corotti KM, Vellini-Ferreira F, Scavone Junior H, Nahás ACR et al. Avaliação das formas dos arcos dentários em jovens brasileiros portadores de más-oclusões. *Rev Odontol Unicid* 2004;16(3):223-8.
10. Triviño T, Siqueira DF, Scanavini MA. A forma do arco dentário inferior na visão da literatura. *Rev Dental Press Ortodon Ortop Facial* 2007;12(6):61-72.
11. Magalhães LNC, Ferreira RI, Nahás-Scocate ACR, Scavone-Junior H. O formato dos arcos dentários em tomografia computadorizada por feixe cônico. *Rev Soc Paul Ortodon* 2010;43(6):673-8.
12. Escobar SA, Marín JE, Saldarriaga A. Relación entre la forma del hueso basal, la forma del arco dentário y el apiñamiento mandibular. Parte I. *CES Odontol* 2000;13(2):25-31.
13. Gafni Y, Tzur-Gadassi L, Nojima K, McLaughlin RP, Abed Y, Redlich M. Comparison of arch forms between Israeli and North American white populations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139(3):339-44.
14. Bayome M, Sameshima GT, Kim Y, Nojima K, Baek SH, Kook YA. Comparison of arch forms between Egyptian and North American white populations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139(3):245-52.
15. Slaj M, Spalj S, Pavlin D, Illes D, Slaj M. Dental archforms in dentoalveolar Class I, II and III. *Angle Orthod* 2010;80(5):919-24.
16. de la Cruz AR, Sampson P, Little RM, Artun J, Shapiro PA. Long-term changes in arch form after orthodontic treatment and retention. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;107(5):518-30.
17. Rosseto MC, Palma FMC, Ferreira RI, Pinzan A, Vellini-Ferreira F. Comparative study of dental arch width in plaster models, photocopies and digitized images. *Braz Oral Res* 2009;23(2):190-5.
18. 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.
19. Weinberger BW. Study of normal dental arches and dental occlusion. *Dent Cosmos* 1914;56(6):665-80.
20. Arai K, Will LA. Subjective classification and objective analysis of the mandibular dental-arch form of orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139(4):315-21.
21. Kook YA, Nojima K, Moon HB, McLaughlin RP, Sinclair PM. Comparison of arch forms between Korean and North American white populations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126(6):680-6.
22. Felton JM, Sinclair PM, Jones DL, Alexander RG. A computerized analysis of the shape and stability of mandibular arch form. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;92(6):478-83.
23. Nojima K, McLaughlin RP, Isshiki Y, Sinclair PM. A comparative study of Caucasian and Japanese mandibular clinical arch forms. *Angle Orthod* 2001;71(3):195-200.
24. Germec-Cakan D, Taner TU, Akan S. Arch-width and perimeter changes in patients with borderline Class I malocclusion treated with extractions or without extractions with air-rotor stripping. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137(6):1-7;734.