

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-graduação em Odontologia

Luiza Andrade Anjos Naves

**MUDANÇAS DIMENSIONAIS NOS ARCOS DENTÁRIOS NA TRANSIÇÃO ENTRE
AS FASES DE DENTADURA DECÍDUA PARA MISTA INICIAL: um estudo
longitudinal retrospectivo**

Belo Horizonte
2018

Luiza Andrade Anjos Naves

**MUDANÇAS DIMENSIONAIS NOS ARCOS DENTÁRIOS NA TRANSIÇÃO ENTRE
AS FASES DE DENTADURA DECÍDUA PARA MISTA INICIAL: um estudo
longitudinal retrospectivo**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia, Área de Concentração: Ortodontia.

Linha de Pesquisa: Crescimento e desenvolvimento do complexo crânio-facial. Aspectos de relevância clínica.

Orientador: Prof. Dr. Bernardo Quiroga Souki

Belo Horizonte

2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

N323m	Naves, Luiza Andrade Anjos Mudanças dimensionais nos arcos dentários na transição entre as fases de dentadura decídua para mista inicial: um estudo longitudinal retrospectivo / Luiza Andrade Anjos Naves. Belo Horizonte, 2018. 59 f. : il. Orientador: Bernardo Quiroga Souki Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia 1. Ortodontia preventiva - Planejamento. 2. Odontologia pediátrica. 3. Dente Decíduo. 4. Dentição mista. 5. Arcada dentária. 6. Oclusão (Odontologia) - Estudo de casos I. Souki, Bernardo Quiroga. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título. CDU: 616.314-089.23
-------	--

Luiza Andrade Anjos Naves

MUDANÇAS DIMENSIONAIS NOS ARCOS DENTÁRIOS NA TRANSIÇÃO ENTRE AS FASES DE DENTADURA DECÍDUA PARA MISTA INICIAL: um estudo longitudinal retrospectivo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de Concentração: Ortodontia.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA:

- 1- Profa. Dra. Milene Aparecida Torres Saar Martins – UNIMONTES
- 2- Prof. Dr. Marco Aurélio Benini Paschoal – PUC Minas
- 3- Prof. Dr. Bernardo Quiroga Souki – PUC Minas

DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 26 de novembro de 2018

A dissertação, nesta identificada, foi aprovada pela Banca Examinadora

Prof. Dr. Bernardo Quiroga Souki
Orientador

Prof. Dr. Rodrigo Villamarim Soares
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Odontologia

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, **Márcia Naves** e **Paulo Naves** por sempre colocarem minha educação como uma de suas prioridades. Por todo apoio, carinho e incentivo durante essa caminhada.

Ao meu amor, **José Custódio**, por ter escolhido caminhar ao meu lado, todos os dias dessa trajetória e das nossas vidas. Muito obrigada pela paciência e compreensão nos momentos de ausência, pelo carinho, apoio nas horas difíceis, por deixar mais leve essa caminhada e pelo incansável empenho em me fazer feliz. Agradeço também a sua família, por me acolher como filha e por me incentivarem nesta trajetória.

Ao meu irmão, **Gabriel Naves**, e a todos os meus familiares e amigos que, de alguma forma se envolveram neste trabalho, com palavras de incentivo, como também pela compreensão da minha ausência. Em especial à **tia Aninha (Ana Maria Naves)**, colega de profissão, por ter me acolhido na odontologia desde o primeiro ano de faculdade, com muito carinho e disponibilidade. À **Patrícia Pinho**, grande incentivadora na ortodontia desde o primeiro dia em que comecei a trabalhar com ela. Agradeço por compartilhar sua sabedoria, profissionalismo e confiança no meu trabalho.

Aos meus queridos amigos e colegas de turma, **Daniel Dionysio**, **Natália Figueiredo** e **Laíze Freitas**, que compartilhei todas as alegrias e dificuldades desses dois anos e meio, em especial a minha querida madrinha de casamento, **Lívia Torquato**, grande amiga que o mestrado me proporcionou. Com ela ao meu lado, foi mais simples esse desafio. Agradeço a minha parceira nesse trabalho, **Renata Athayde**, com quem compartilhei e tive grande ajuda nos momentos de dificuldade. Agradeço também a turma XIX pelo convívio diário, em especial as minhas queridas amigas **Lívia Pessotti** e **Adrianna Reis** (minha eterna dupla), pelo incentivo e dias mais leves. Aos veteranos da turma VXII que me acolheram no curso, em especial à **Fernanda Campos** e **Valeria Ferreira**, que me deram valiosos conselhos e ajuda nessa caminhada.

Agradeço ao meu orientador nesse trabalho, Professor **Bernardo Souki**, pois sem ele nada disso seria possível. Com muita sabedoria me guiou na execução desse projeto, sempre de prontidão para ajudar e ensinar. Obrigada pela oportunidade de trabalhar ao seu lado, e pela dedicação em me deixar mais

preparada tanto nesse projeto, como em outros ocorridos durante o mestrado. Serei eternamente grata por cada ensinamento, apoio e ajuda. Um exemplo de profissional e pessoa.

Ao Professor **Tarcísio Junqueira** e sua equipe pela disponibilidade ao me receber em seu consultório. Obrigada ao Prof. Tarcísio por todos os ensinamentos passados com muita seriedade e dedicação.

Agradeço ao professor **Dauro Oliveira** por coordenar o curso com profissionalismo, seriedade e competência, objetivando sempre alcançar os melhores resultados.

Agradeço aos meus professores **Armando Lima, Flávio Almeida, Hélio Brito, Heloísio Leite, Ildeu Andrade, José Maurício e José Eymard** pelos ensinamentos diários e exemplo de profissionalismo.

Aos funcionários da PUC Minas, pela assistência, organização e limpeza, tornando os dias mais agradáveis.

E, finalmente, aos pacientes e seus familiares pela paciência e confiança no meu trabalho.

“O homem nasceu para aprender, aprender tanto quanto a vida lhe permita.”
(GUIMARÃES ROSA)

RESUMO

O domínio do conhecimento sobre os padrões normais de crescimento e desenvolvimento dos arcos dentários é essencial para um correto diagnóstico e planejamento ortodôntico, assim como para alcançar satisfatória estabilidade pós-tratamento. As mudanças dimensionais dos arcos é um processo dinâmico, com alterações ocorrendo da infância até a idade adulta. Apesar da extensa literatura disponível sobre tais mudanças, existem poucas descrições específicas sobre a transição entre as fases de dentadura decídua para mista inicial, em crianças não tratadas e que apresentam oclusão normal. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar as mudanças dimensionais nos arcos dentários que ocorrem na transição entre as fases de dentadura decídua para mista inicial em crianças com normocclusão não tratadas ortodonticamente. A partir de uma amostra-mãe longitudinal, acompanhada por 15 anos, 85 pacientes com normocclusão, durante a fase de dentadura decídua foram selecionados. Após a aplicação dos critérios de exclusão e inclusão, uma amostra final composta por 29 crianças (17 meninas e 12 meninos), com idades média de 4,5 anos na avaliação inicial (T0 – dentadura decídua) e 9,1 anos na avaliação final (T1 – dentadura mista inicial) foi selecionada. Foram consideradas as mudanças ao longo do tempo nas seguintes variáveis: largura dos arcos (distância intercaninos e intermolares), comprimento dos arcos e perímetro dos arcos. Adicionalmente, avaliou-se as mudanças na profundidade do palato e na profundidade da Curva de Spee. As mensurações foram feitas por meio do *software* 3D SLICER, a partir da digitalização dos modelos de gesso. Foram avaliados os componentes X (lâtero-lateral), Y (ântero-posterior) e Z (supero-inferior), além das mudanças da distância 3D Euclidiana (3D). Observou-se entre T0 e T1 um significativo aumento da largura e do perímetro dos arcos dentários, bem como um aumento significativo da profundidade do palato e da Curva de Spee ($P < 0,001$). Redução estatisticamente significativa foi observada para o comprimento do arco inferior ($P < 0,001$), todavia no arco superior não foram observadas mudanças significativas ($P > 0,05$). Os segundos molares e caninos decíduos do lado direito mostraram-se estáveis posicionalmente nos aspectos ântero-posterior e supero-inferior em relação aos mesmos dentes do lado esquerdo. Dimorfismo sexual foi observado nesse estudo com meninos apresentando arcos superiores e inferiores mais largos na região dos segundos molares decíduos em T0. Em T1 essa diferença entre gêneros foi significativa apenas para o arco superior. Diante disso, concluímos que as crianças em normocclusão apresentam mudanças significativas dos arcos dentários na transição entre as fases de dentadura decídua a mista inicial.

Palavras-chave: Dente decíduo. Dentição mista. Ortodontia preventiva. Odontopediatria.

ABSTRACT

The knowledge on dentofacial growth and development is essential for orthodontic diagnosis and planning, as well as to the achievement of posttreatment occlusal stability. The dimensional changes of the arches are a dynamic process, with variations from childhood to adulthood. Despite the extensive available literature on such changes, there are few specific descriptions of the transition between the stages of deciduous to early mixed dentition in untreated children with normal occlusion. The aim of this study was to analyze the dimensional changes of the dental arch from deciduous dentition to early mixed dentition in untreated normal occlusion children. From a longitudinal sample composed of 85 patients with normocclusion during deciduous dentition, a convenience sample composed of 29 children (17 girls and 12 boys) was selected after applying the inclusion criteria. At baseline (T0) the mean age was 4.5 years. In a second time-point evaluation (T1), the mean age of the children was 9.1 years. The changes between T0 and T1 of the following variables were considered: width of the arches (intercanine and intermolar distance), length of arches and perimeter of arches. In addition, the changes of the palatal depth and Curve of Spee were assessed. The measurements were made using 3DSlicer software, from the digitalization of plaster models. The X (right-left), Y (anterior-posterior) and Z (inferior-superior) multiplanar projections in the coordinate system views of the changes of the arches were analyzed, as well as the 3D Euclidean distance (3D). It was found a significant increase in the width of the dental arches between T0 and T1, as well as a significant increase in the depth of the palate and the Curve of Spee ($P < 0.001$). Statistically significant reduction was observed for the length of the lower arch measurements ($P < 0.001$), however it was not observed with significant changes of the maxillary arch length ($P > 0.05$). The second deciduous molars and deciduous canines on the right side were stable in the antero-posterior and inferior-superior aspects relative to their homologous of them other side. Sexual dimorphism was observed in this study with boys presenting greater maxillary and mandibular measurements in the region of deciduous second molars at T0. At T1, the difference between genders was significant only for the maxilla. Therefore, it was concluded that the children in normal occlusion present significant changes of the dental arches in the transition between the deciduous to the early mixed dentition phase.

Keywords: Deciduous tooth. Mixed dentition. Preventive orthodontics. Pediatric dentistry.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- 1MD Primeiros molares decíduos
- 2MD Segundos molares decíduos
- 3D Tridimensional

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Escaneamento dos modelos de gesso	28
FIGURA 2: Orientação dos modelos digitais	29
FIGURA 3: Distância intermolares dos arcos superiores e inferiores em T0 e em T.30	
FIGURA 4: Distância intercaninos dos arcos superiores e inferiores em T0 e T1	31
FIGURA 5: Comprimento dos arcos superiores e inferiores em T0 e em T1	32
FIGURA 6: Profundidade da curva de Spee em T0 e em T1	33
FIGURA 7: Perímetro dos arcos superiores e inferiores em T0 e em T1	34
FIGURA 8: Profundidade do palato em T0 e em T1.....	35
FIGURA 9: Arcos Tipo I e II de Baume em T0	35

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
2 OBJETIVOS.....	25
2.1 Objetivo geral	25
2.2 Objetivos específicos.....	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 Amostra.....	27
3.2 Escaneamento dos modelos de gesso.....	28
3.3 Análise dos modelos digitais 3D e medidas utilizadas.....	28
3.3.1 <i>Orientação dos modelos digitais</i>	28
3.3.2 <i>Distância intermolares</i>	29
3.3.3 <i>Distância intercaninos</i>	30
3.3.4 <i>Comprimento do arco</i>	31
3.3.5 <i>Profundidade da Curva de Spee</i>	32
3.3.6 <i>Perímetro do arco</i>	33
3.3.7 <i>Profundidade do palato</i>	34
3.3.8 <i>Arco Tipo I e II de Baume</i>	35
3.4 Análise estatística	35
4 ARTIGO	37
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
REFERÊNCIAS.....	57

1 INTRODUÇÃO

Mudanças dimensionais dos arcos dentários acontecem entre a infância até a idade adulta (HEIKINHEIMO et al., 2012; KNOTT, 1972; KNOTT, THILANDER, 2009; SILLMAN, 1965), e têm sido avaliadas em diversos estudos realizados nas últimas décadas, apresentando grande importância para o dentista clínico, odontopediatras e, principalmente, para os ortodontistas (BISHARA et al., 1989; HEIKINHEIMO et al., 2012; KNOTT, 1972; MASSARO et al., 2018; MOORREES; REED, 1965; SILLMAN, 1964). O conhecimento desse processo natural se torna base para a realização de um correto diagnóstico e planejamento ortodôntico, assim como para alcançar uma estabilidade pós-tratamento (BISHARA et al., 1997; THILANDER, 2009).

Apesar da extensa literatura disponível sobre as mudanças dimensionais nos arcos dentários (ARSLAN et al., 2007; ARTUN, 1988; BARROW; WHITE, 1952; BAUME, 1950; BISHARA et al., 1997; DINELLI; MARTINS; PINTO, 2004; HEIKINHEIMO et al., 2012; KNOTT, 1972; LITTLE; RIEDEL; MOORREES et al., 1969; SILLMAN, 1964; SINCLAIR; LITTLE, 1983; ŠLAJ et al., 2003; THILANDER, 2009; UDHE; SADOWSKY; BEGOLE, 1983) verifica-se reduzido número de estudos detalhando a transição das fases de dentadura decídua para mista inicial, em crianças não tratadas e que apresentam normocclusão.

Estudos feitos no Brasil não abordam especificamente a transição entre essas fases ou abordam características inter-arcos para avaliar a oclusão dentária entre essas fases. Dinelli, Martins e Pinto (2004) e Gigueira et al. (2007) avaliaram crianças apenas na dentadura decídua. Em contrapartida Zanetti et al. (2003), avaliaram características inter-arcos presentes na dentadura mista. Gandini et al. (2000) e Góis et al. (2012) analisaram uma amostra entre as fases de dentadura decídua a mista, mas para avaliar incidências de más oclusões na fase de dentadura mista por meio de relações inter-arcos.

É importante ressaltar que a comparação entre os estudos prévios é complexa, haja vista a diversidade de pontos de referências utilizados nas análises, como também as distintas formas de seleção das amostras (HEIKINHEIMO et al., 2012).

Espera-se aumento na dimensão transversal dos arcos dos 5 aos 8 anos de idade (BISHARA et al., 1997), bem como dos 5 aos 10 anos de idade (THILANDER, 2009).

Knott (1972) observou um maior aumento transversal na transição das fases de dentadura decídua para mista, principalmente na região de caninos decíduos. Dimorfismo sexual foi encontrado em estudos anteriores, com arcos mais largos sendo observados em meninos comparados aos arcos de meninas (BISHARA et al. 1997; HEIKINHEIMO et al., 2012; THILANDER, 2009).

Aumento do comprimento do arco e do perímetro do arco (MOORREES; CHADHA, 1965) durante a transição entre as fases de dentadura decídua para mista, principalmente maxilar, são esperados associados com a irrupção dos incisivos permanentes.

Por outro lado, a profundidade do palato e a Curva Spee são variáveis pouco utilizadas nos estudos que abordam mudanças dimensionais dos arcos dentários. Thilander (2009), em seu estudo longitudinal com indivíduos suecos em normoclusão, não tratados ortodonticamente, constatou um contínuo aumento da profundidade do palato dos 5 aos 31 anos de idade, sendo um maior aumento observado dos 5 aos 16 anos de idade. Marshall et al. (2008) descreveram um expressivo aumento da Curva de Spee com a irrupção dos primeiros molares e incisivos permanentes, quando avaliaram o desenvolvimento da referida variável da dentadura decídua até a dentadura permanente.

Até o presente momento os estudos que avaliaram o desenvolvimento dos arcos dentários na fase de dentadura decídua para mista inicial foram feitos por meio de medidas realizadas diretamente em modelos de gesso por meio de medidas bidimensionais (BISHARA et al., 1989; HEIKINHEIMO et al., 2012; KNOTT, 1972; MOORREES; REED, 1965; SILLMAN, 1964). A possibilidade da utilização de modelos digitalizados de forma precisa e confiável já foi comprovada em pesquisas anteriores (BELL; AYOUB; SIEBERT, 2003; OLIVEIRA et al., 2007; QUIMBY et al., 2004; SANTORO et al., 2003; SOUSA et al., 2012). Massaro et al. (2018) realizaram um estudo longitudinal bem detalhado utilizando modelos digitalizados de indivíduos brasileiros, porém avaliando a evolução da dentadura permanente.

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo mensurar e analisar, por meio de modelos digitalizados, as mudanças dimensionais dos arcos dentários de crianças em normoclusão não tratadas ortodonticamente, durante a transição entre

as fases de dentadura decídua para mista inicial. De forma pioneira, esse estudo analisou as posições dos pontos de referência utilizados para realizar as medidas intra-arcos, nos três planos do espaço: sagital, axial e coronal. Foram avaliadas as distâncias intermolares, intercaninos, perímetro do arco, comprimento do arco, profundidade do palato e Curva de Spee. As mensurações foram feitas durante a dentadura decídua na fase inicial da avaliação (T0) e durante a fase de dentadura mista inicial (T1) em uma segunda fase analisada no estudo onde as crianças possuíam os oito incisivos permanentes e quatro primeiros molares em boca.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar por meio de modelos de gesso digitalizados, as mudanças dimensionais nos arcos dentários que ocorrem na transição entre as fases de dentadura decídua para mista inicial em crianças com normoclusão não tratados ortodonticamente.

2.2 Objetivos específicos

- a) mensurar a distância intermolares, distância intercaninos, comprimento do arco, perímetro do arco, profundidade do palato e Curva de Spee na fase de dentadura decídua e na fase de dentadura mista inicial;
- b) classificar os arcos dentários como Tipo I ou II de Baume na fase de dentadura decídua;
- c) obter a prevalência de arcos Tipo I e arcos Tipo II na dentadura decídua;
- d) quantificar as mudanças dimensionais dos arcos que ocorrem na transição entre as fases de dentadura decídua para mista inicial nos três planos do espaço;
- e) correlacionar arcos Tipo I e II de Baume com as dimensões intra-arcos na fase de dentadura decídua e na fase de dentadura mista inicial nos três planos do espaço;
- f) comparar os valores para as dimensões dos arcos dentários superiores com dimensões dos arcos dentários inferiores e suas mudanças durante as fases de dentadura decídua para mista inicial nos três planos do espaço;
- g) comparar os valores para as dimensões dos arcos dentários e suas mudanças nas fases de dentadura decídua para mista inicial entre os gêneros nos três planos do espaço.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Amostra

Uma amostra-mãe de 85 indivíduos em normoclusão durante a fase de dentadura decídua foi acompanhada por 15 anos em um estudo anterior desenvolvido na PUC Minas (CAAE 2001/02). Esses indivíduos apresentavam modelos de estudo como um dos métodos de registro.

Para a definição da amostra de conveniência do presente estudo foram utilizados os seguintes critérios de inclusão:

- a) indivíduos deveriam apresentar características de normoclusão (caninos em relação de Classe I, adequada sobressaliência e sobremordida, boa relação transversal);
- b) presença de modelos em T0 (início do estudo na fase de dentadura decídua) e em T1 (fase de dentadura mista inicial possuindo os oito incisivos permanentes e quatro primeiros molares permanentes em boca);
- c) ausência de hábitos bucais deletérios, síndromes, fissuras e deformidades dentofaciais.

Os critérios de exclusão foram:

- a) má oclusão durante a fase de dentadura decídua;
- b) tratamento ortodôntico na fase T0 e T1.

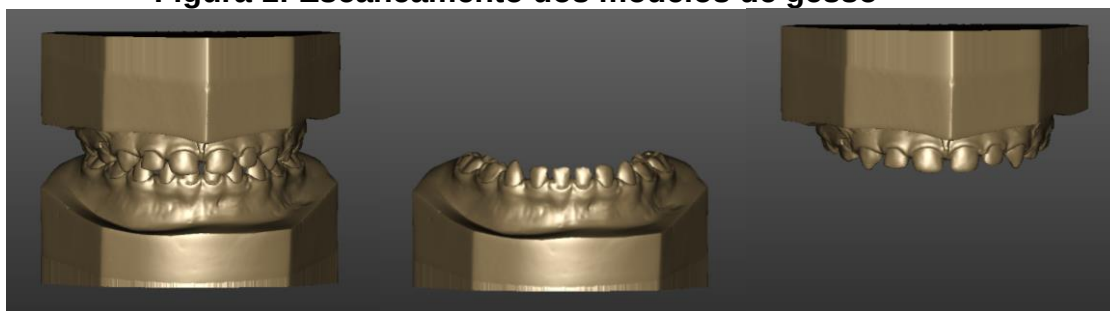
Dos 85 indivíduos da amostra-mãe, 54 foram excluídos por não possuírem modelos de estudo com os oito incisivos permanentes e quatro primeiros molares permanentes irrompidos em T1. Dois indivíduos foram excluídos por não apresentarem todas as características de normoclusão, já que, em ambos indivíduos, foi identificado uma relação de caninos limítrofe entre Classe I e Classe II. Desta maneira, a amostra selecionada foi composta por 29 indivíduos, 17 meninas e 12 meninos com um total de 116 modelos superiores e inferiores (58 modelos em T0 e 58 modelos em T1).

3.2 Escaneamento dos modelos de gesso

Os modelos de gesso selecionados foram digitalizado utilizando o *scanner* SMART (Open Technologies, Brescia, Itália), gerando um modelo digital 3D em arquivo STL. Os escaneamentos foram realizados em três etapas (Fig. 1):

- a) escaneamento dos modelos superior e inferior articulados;
- b) escaneamento do modelo inferior;
- c) escaneamento do modelo superior.

Figura 1: Escaneamento dos modelos de gesso



Fonte: Elaborado pela autora

3.3 Análise dos modelos digitais 3D e medidas utilizadas

A partir dos arquivos STL gerados pelo *scanner* SMART foram realizadas as medidas dimensionais dos arcos dentário no *software* 3D SLICER 4.8.1 (*software* gratuito, www.slicer.org), utilizando os seguintes recursos: *Transforms*, *Q3DC* e *Curve Maker*.

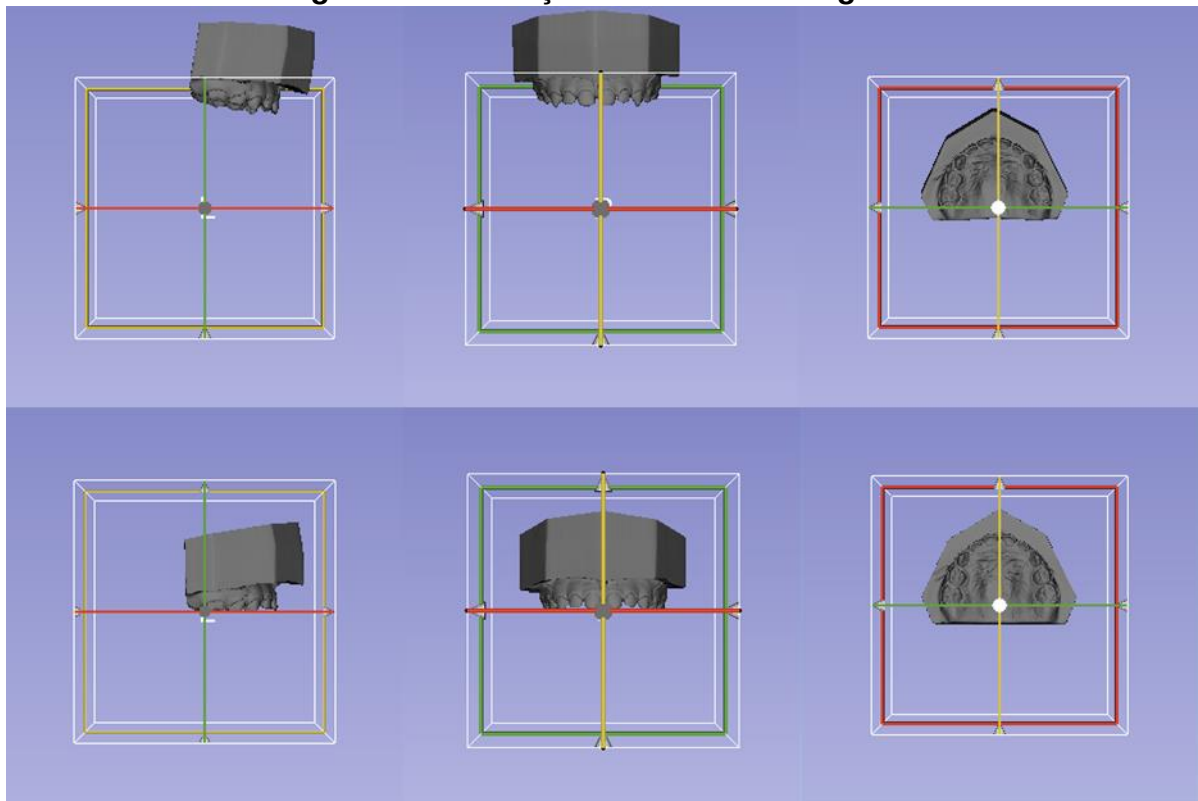
Foram avaliadas as seguintes variáveis em T0 e T1: distância intermolares entre os primeiros molares decíduos, distância intermolares entre os segundos molares decíduos, distância intercaninos, comprimento do arco, Curva de Spee, perímetro do arco, profundidade do palato e arcos Tipo I e II de Baume.

3.3.1 Orientação dos modelos digitais

Utilizando a ferramenta *Transforms* do *software* 3D SLICER, os modelos digitalizados superiores e inferiores em T0 e em T1 foram espacialmente posicionados, nos três planos do espaço, sendo usado como referência, numa vista sagital o plano oclusal com uma linha passando pelas cúspides vestibulares dos

primeiros molares decíduos (1MD), segundo molares decíduos (2MD) e ponta de cúspide dos caninos decíduos, numa vista coronal uma linha passando de forma simétrica na incisal do incisivos centrais decíduos e ponta de cúspide dos caninos decíduos e numa vista axial com uma linha passando pela linha média dos modelos e outra na distal dos segundos molares decíduos (Fig. 2).

Figura 2: Orientação dos modelos digitais

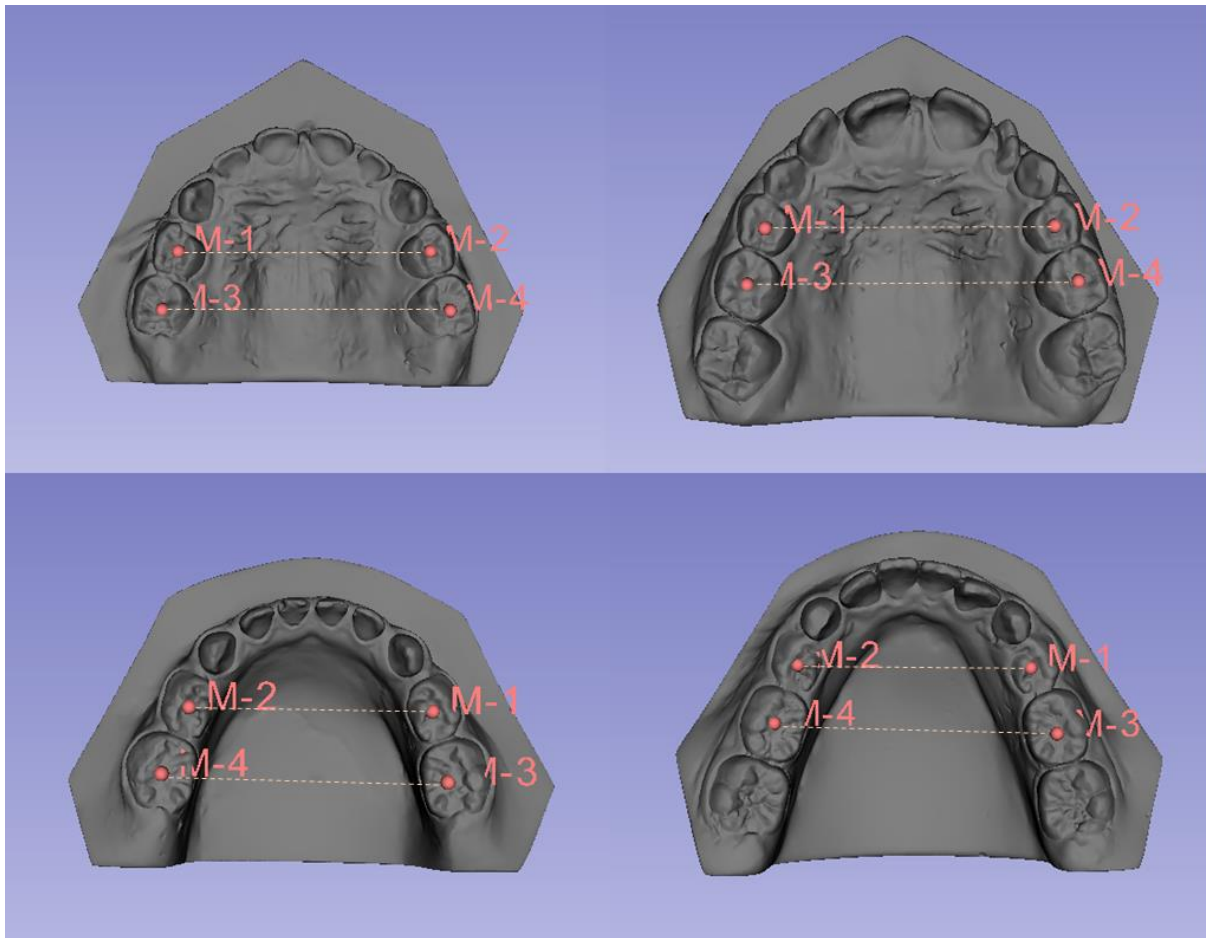


Fonte: elaborado pela autora

3.3.2 Distância intermolares

Utilizando o recurso Q3DC foi determinada a distância intermolares, superior e inferior, nas coordenadas: X (lâtero-lateral), Y (ântero-posterior), Z (súpero-inferior) e 3D (medida 3D Euclidiana), a partir dos pontos localizados na fossa central dos 1MD e 2MD dos lados direito e esquerdo em T0 e T1 (Fig. 3).

Figura 3: Distância intermolares dos arcos superiores e inferiores em T0 e em T1

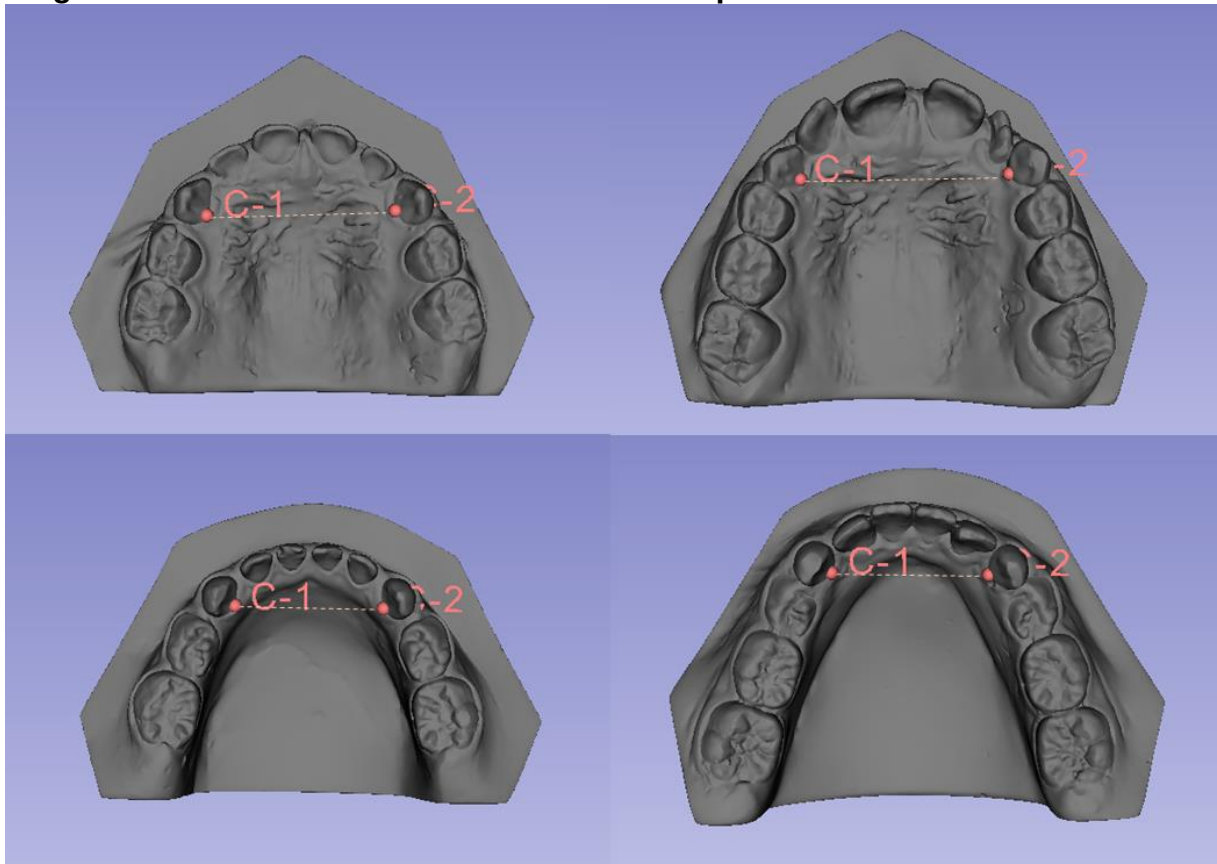


Fonte: Elaborado pela autora

3.3.3 Distância intercaninos

Utilizando o recurso Q3DC foi determinada a distância intercaninos, superior e inferior, nas coordenadas: X (látero-lateral), Y (ântero-posterior), Z (súpero-inferior) e 3D a partir dos pontos localizados no limite corono-gengival na face palatina dos caninos decíduos dos lados direito e esquerdo, em T0 e T1 (Fig. 4).

Figura 4: Distância intercaninos dos arcos superiores e inferiores em T0 e T1

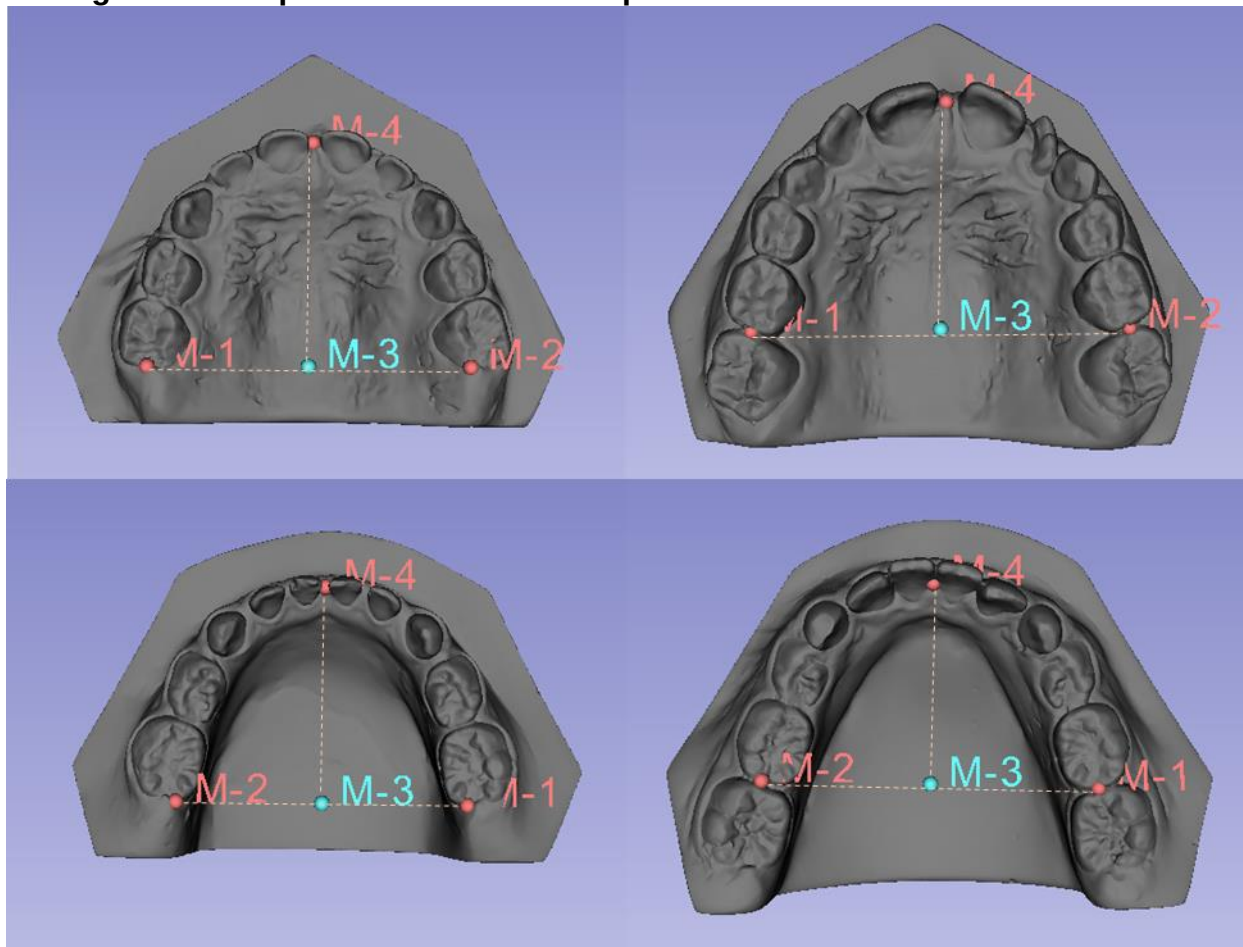


Fonte: Elaborado pela autora

3.3.4 Comprimento do arco

Utilizando o recurso Q3DC foi determinado o comprimento dos arcos superior e inferior, através da distância perpendicular do ponto médio interincisivos centrais na região de linha média na ameia palatina até uma linha que tangencia o ponto mais distal dos 2MD nas coordenadas Y e 3D em T0 e T1 (Fig. 5).

Figura 5: Comprimento dos arcos superiores e inferiores em T0 e em T1

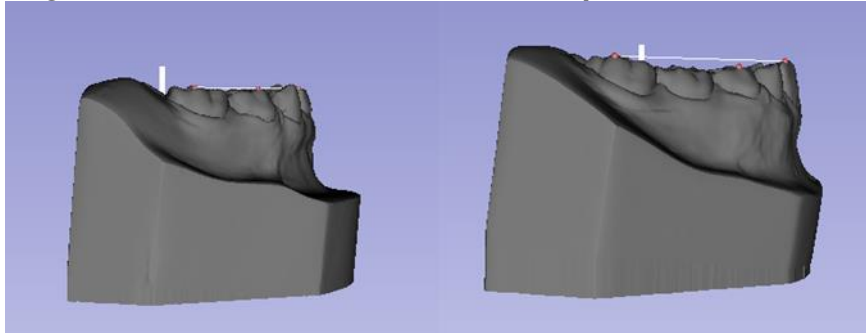


Fonte: Elaborado pela autora

3.3.5 Profundidade da Curva de Spee

Utilizando o recurso Q3DC foi determinada a profundidade curva de Spee, em uma visão sagital do lado direito. Em T0, ela foi mensurada pela distância perpendicular entre o ponto mais proeminente do 1MD até uma linha formada pelo ponto mais proeminente do 2MD e incisivo lateral decíduo. Em T1, ela foi medida pela distância perpendicular entre o ponto mais proeminente do 1MD até uma linha formada pelo ponto mais proeminente do primeiro molar permanente e incisivo lateral permanente. Em T0 e em T1 a Curva de Spee foi obtida por meio da coordenada Z em uma visão sagital do lado direito (Fig. 6).

Figura 6: Profundidade da curva de Spee em T0 e em T1

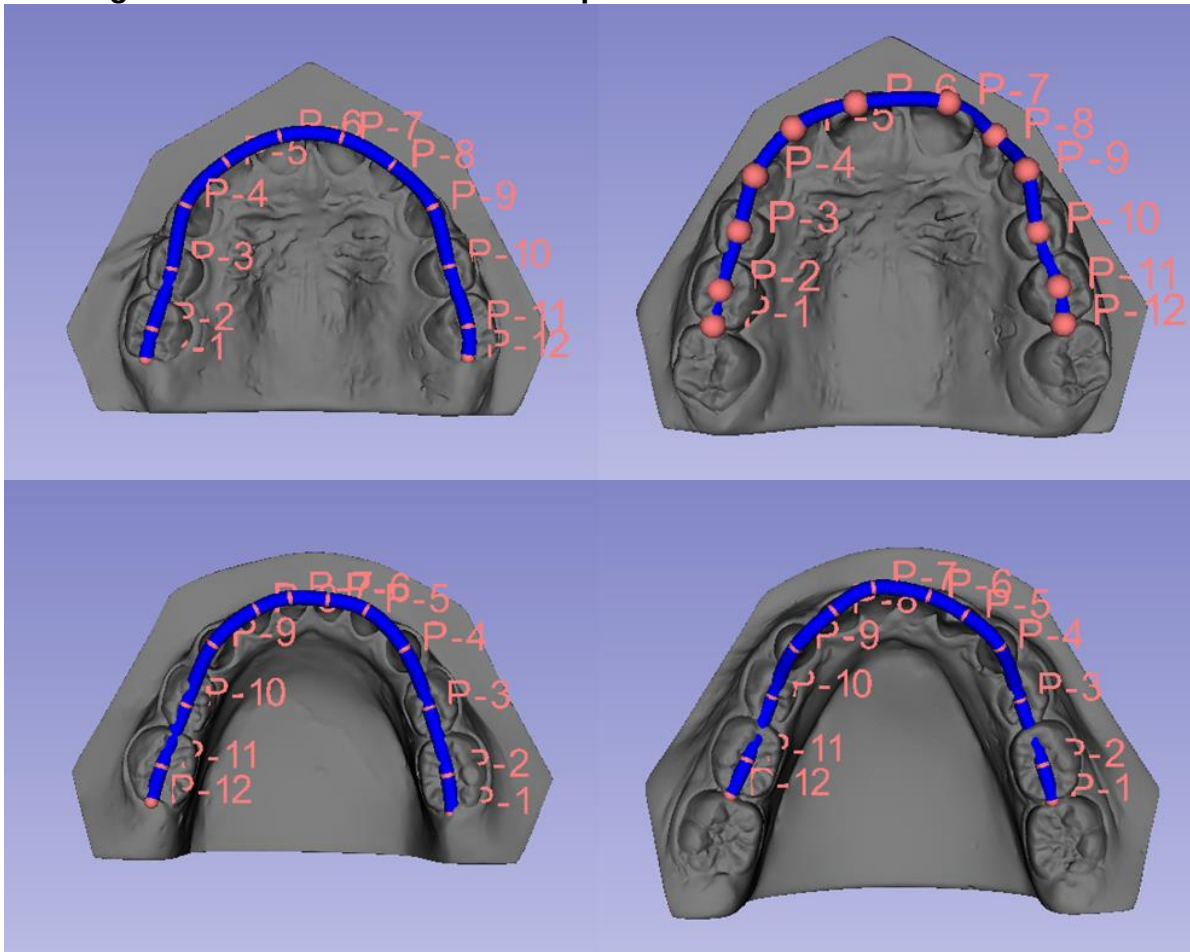


Fonte: Elaborado pela autora

3.3.6 Perímetro do arco

Utilizando o recurso, *Curve Maker*, foi determinado o perímetro do arco superior e inferior por meio de uma curva tridimensional formada pela ligação dos pontos localizados nas seguintes regiões anatômicas: face distal do 2MD, fossa central do 1MD, ponta de cúspide do canino decíduo, centro da incisal do incisivo lateral (incisivo lateral decíduo em T0 e incisivo lateral permanente em T1) e centro da incisal do incisivo central (incisivo central decíduo em T0 e incisivo central permanente em T1) (Fig. 7).

Figura 7: Perímetro dos arcos superiores e inferiores em T0 e em T1

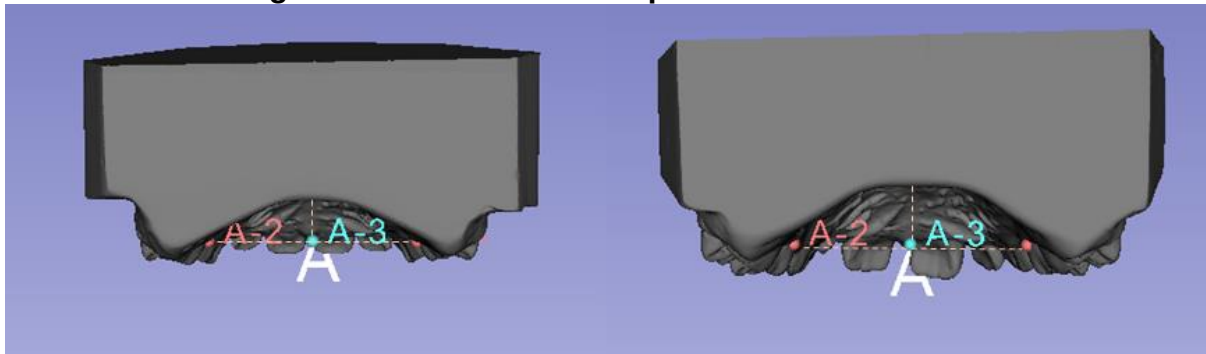


Fonte: Elaborado pela autora

3.3.7 Profundidade do palato

Utilizando o recurso Q3DC foi determinada a profundidade do palato por meio da distância entre um ponto médio da linha formada pelos pontos localizados no limite corono-gengival na face palatina dos 2 MD e a projeção desse ponto no palato nas coordenadas Z e distância 3D em T0 e T1 (Fig. 8).

Figura 8: Profundidade do palato em T0 e em T1

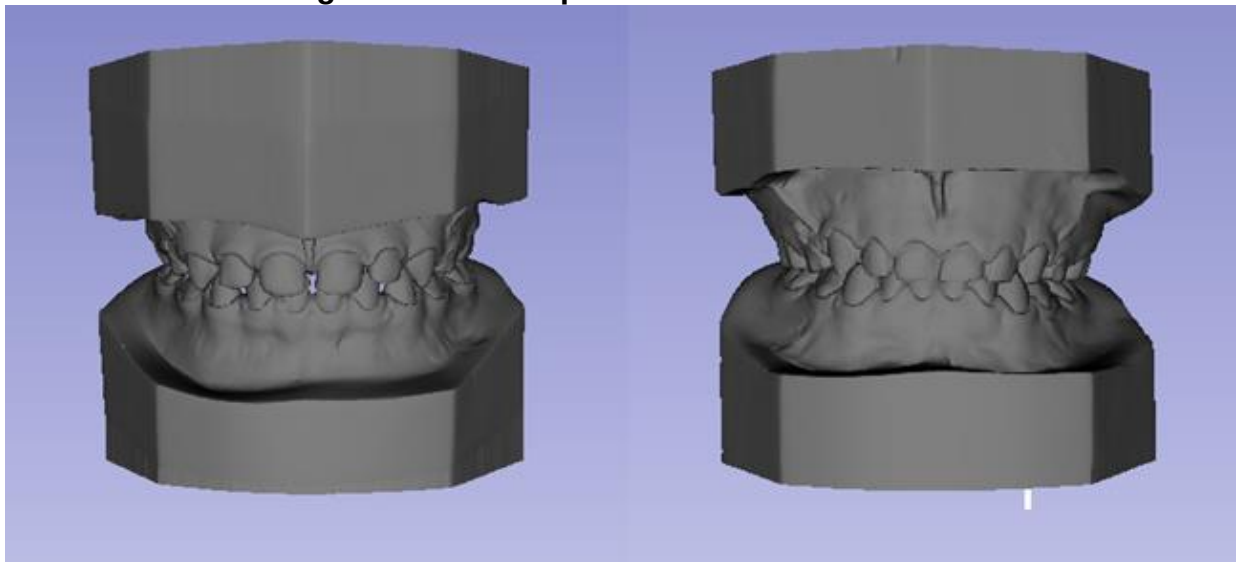


Fonte: Elaborado pela autora

3.3.8 Arco Tipo I e II de Baume

Em T0, os arcos decíduos superiores e inferiores foram classificados em arcos Tipo I de Baume, caracterizados pela presença de espaços interdentais na região anterior, e arcos Tipo II de Baume, caracterizados pela ausência de espaços interdentais na região anterior (BAUME, 1950). Essa classificação foi realizada pela visualização dos modelos 3D no *software* 3D *SLICER* (Fig. 9).

Figura 9: Arcos Tipo I e II de Baume em T0



Fonte: Elaborado pela autora

3.4 Análise estatística

As análises dos dados foram realizadas no *software* SPSS (versão 20.0; SPSS, Chicago. IL). A comparação na distribuição dos indivíduos em relação ao sexo e tipos de arcos foi analisada pelo Teste Exato de Fisher. Todas as variáveis

relacionadas às mudanças dimensionais apresentaram distribuição normal (Kolmogorov-Smirnov) com nível de significância fixado em 5%. Para todas as medidas em T0 e T1, foram calculadas as médias, desvio padrão, mínimo e máximo dos valores. Avaliação da magnitude das mudanças entre T0 e T1 foi feita por meio do teste t pareado para amostras independentes. A associação entre gêneros e arcos dos Tipos I e II com as mudanças dimensionais foi feita por meio do teste t para amostras independentes, comparando as diferenças entre as médias e desvio padrão das mudanças dimensionais intra-arcos entre T0 e T1.

4 ARTIGO

Dimensional changes of the dental arch from deciduous dentition to early mixed dentition: a retrospective longitudinal study

Artigo preparado dentro das normas do periódico Pediatric Dentistry (Qualis: A2).

Normas para submissão de artigos podem ser visualizadas no endereço eletrônico: <http://www.aapd.org/assets/1/7/PDInstructions.pdf> .

**Dimensional changes of the dental arch from deciduous dentition to early mixed
dentition: a retrospective longitudinal study**

**Luiza A. A. Naves, DDS¹; Renata M. C. Athayde, DDS²; Tarcísio J. Pereira, DDS, MSD³;
Bernardo Q. Souki, DDS, MSD, PhD⁴**

Drs. ¹Naves, and ²Athayde are MSD students and Dr. Pereira³ is an assistant professor, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil; Dr. Souki⁴ is an associate professor, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte. Minas Gerais. Brazil.

Correspond with Dr. Souki at souki.bhe@terra.com.br

Abstract: Purpose: The purpose of this study was to analyze the dimensional changes of the dental arch from primary dentition to early mixed dentition in untreated normal occlusion children with no history of orthodontic treatment. **Methods:** The selected sample was composed of 29 children, 17 girls and 12 boys. At T0, the children were in the stage of complete deciduous dentition and at T1 were in the early mixed dentition. The following variables were measured on the digital models: arch width, length and perimeter; palatal depth; and Curve of Spee. The dimensions were evaluated in the coordinate system views: X (right-left); Y (anterior-posterior); Z (inferior-superior), as well as the Euclidean distance (3D distance). **Results:** It was found a significant increase in the width of the dental arches, palatal depth and in the Curve of Spee between T0 and T1 ($P < 0.001$) and a significant reduction was observed for the length of the lower arch measured ($P < 0,001$). Primary first molars and canines maintained their relative positions, anterior-posterior and inferior-superior, among themselves. **Conclusions:** Children in normal occlusion present significant changes of the dental arches in the transition between the stages of primary to early mixed dentition.

KEYWORDS: DIGITAL MODELS, PRIMARY DENTITION, MIXED DENTITION, DENTAL ARCH

The development of the dental arch is an adaptive and in a constant evolution process, with significant changes occurring from childhood to adulthood¹⁻⁴ and have a great importance for the clinical dentist, pediatric dentists, and especially for the orthodontist.^{2,4-8} Knowledge of this natural process becomes basis for correct orthodontic diagnosis and planning, as well as for post-treatment stability.^{3,9}

Despite the extensive literature available on such changes^{4-6,10-15}, there are few specific descriptions of the transition between the stages of deciduous to early mixed dentition, specifically in children with normal occlusion and no history of orthodontic treatment. It is important to note that the comparison between the studies is complex because the reference point are diverse, their methods of sample selection vary, and the studies differ in type as well.⁴

Longitudinal studies analyzing untreated normal occlusion samples reported an increase in the transversal dimension of dental arches in children from five to eight years old⁹ and from five to ten years old.³ Knott² found a greater transverse increase, in the transition from the deciduous to the mixed dentition, especially in the region of deciduous canines. An increase is also expected in arch length and perimeter during the transition between the deciduous to mixed dentition, mainly maxillary, with the eruption of the permanent incisors.^{16,17} Sexual dimorphism has been observed in earlier studies, with wider arches being observed in boys compared to girls.^{3,4,9}

There are few researches about the palatal depth and the Curve of Spee. In a longitudinal study with an untreated normal occlusion sample, Thilander³ reported a continuous increase in the palatal height from 5 to 31 years of age and a greater increase were observed from 5 to 16 years of age. Marshall et al.¹⁸, when they evaluated this variable from the deciduous to the permanent dentition, described an expressive increase in the Curve of Spee, with the eruption of the first molars and permanent incisors.

Thus, the present study aimed to measure and analyze the dimensional changes of the dental arch from deciduous dentition to early mixed dentition in normal occlusion children with no history of orthodontic treatment. In a pioneer way, the positions of reference points used to perform the measurements were made in the three planes of space: sagittal, axial and coronal.

Methods

Sample. A parent-sample of 85 individuals in normal occlusion during the primary dentition was followed up for 15 years in an earlier study developed at PUC Minas (CAAE 2001/02). These individuals presented study casts as one of the recording methods. To define the convenience sample of the present study, we selected normal occlusion children with no history of orthodontic treatment, with absence of deleterious oral habits, syndromes, fissures and/or dental anomalies. In this way, the selected sample consisted of 29 children, 17 girls and 12 boys. In T0, initial evaluation, children had complete deciduous dentition and ages between 3 and 6 years (mean age of girls, 4.5 ± 0.87 years; boys, 4.6 ± 0.89 years). In T1, a second phase of the evaluation, the individuals were between 7 and 11 years old (mean age of girls, 9.2 ± 0.65 years; boys, 8.9 ± 1.17 years), presenting early mixed dentition that was characterized, in this study, for the period after the eruption of the first four permanent molars and eight permanent incisors. In each analyzed phase, 29 maxillary models and 29 mandibular models were analyzed, generating 116 models evaluated in both phases.

Scanning and obtaining measurements. Each selected cast was scanned using the SMART scanner (Open Technologies, Brescia, Italy), generating a 3D digital cast in STL file. From the STL files, the upper and lower digital cast were coordinated in the three planes of space: coronal, axial and sagittal using the software, 3D SLICER 4.8.1. Then, still using the 3D SLICER, the dimensional measurements of the arches were obtained in the X (right-left), Y (anterior-posterior), Z (inferior-superior) coordinates as well as the Euclidean distance (3D distance) in T0 and T1.

The measures analyzed were:

1. Intermolar distance: the distance between the central fossa of primary second molars (2MD) and primary first molars (1MD), in the X, Y, Z coordinates and 3D distance in T0 and T1 (Fig. 1).
2. Inter canine distance: the distance between the gingival level on the palatal face of the deciduous canines in the X, Y, Z coordinates and 3D distance in T0 and T1 (Fig. 1).

3. Arch length: the perpendicular distance from the midpoint of the central inter-incisors in the middle line region in the palatal niche to a line that touches the most distal point of the 2MD in the Y coordinate and 3D distance in T0 and T1 (Fig. 1).
4. Curve of Spee: at T0, it was measured by the perpendicular distance between the most prominent point of the 1MD to a line formed by the most prominent point of the 2MD and primary lateral incisor. At T1, it was measured by the perpendicular distance between the most prominent point of 1MD to a line formed by the most prominent point of the permanent first molar and permanent lateral incisor. In T0 and T1 the curve of Spee was obtained in the Z coordinate in a sagittal view on the right side (Fig. 2).
5. Arch perimeter: obtained by a three-dimensional curve formed by the connection of the points located on the distal side of the 2MD, central fossa of 1MD, cusp tip of the primary canines, middle of the incisal of lateral incisor (primary lateral incisor in T0 and permanent lateral incisor in T1) and middle of the incisal of central incisor (primary central incisor in T0 and permanent central incisor in T1) (Fig. 1).
6. Palatal depth: distance between the midpoint of a line formed by the points located at the gingival level on the palatal face of the 2MD of the right and left side and the projection of this midpoint on the palate at the Z coordinate and 3D distance at T0 and at T1 (Fig. 1).

Statistical analysis. Data analysis was performed using SPSS software (version 20.0, SPSS, Chicago, IL). The comparison in the distribution of individuals in relation to sex and types of arches was analyzed by the Fisher's exact test. All variables related to dimensional changes presented normal distribution (Kolmogorov-Smirnov) with a significance level set at 5%. For all measurements in T0 and T1, the means, standard deviation, minimum and maximum values were calculated. The relationship between genders and arches Types I and II with dimensional changes was made by means of the Student's t-test for independent samples, comparing the differences between the means and standard deviation of the intra-arch dimension changes between T0 and T1.

Results

All dimensions analyzed in the present study, showed statistically significant changes ($P < 0.05$; Table 1) between the T0 and T1 phases, except for the upper arch length. For all these significant changes, an increase in measurements was observed, except for the length of the lower arch, where a decrease was found in the observed period.

Of the 29 children in normal occlusion selected for the present study, 19 were classified with Baume Type I arches (11 girls, 8 boys) and 10 children with Baume Type II arches (6 girls, 8 boys), when the upper arch was assessed. For the lower arch, 18 children were classified with Baume Type I arches (12 girls, 6 boys), and 11 with Baume Type II arches (5 girls, 6 boys). No difference was found in the distribution of individuals in relation to gender and type of arches.

Intermolar and intercanine distance. A statistically significant increase was observed between T0 and T1 ($P < 0.05$; Table 2 and 3) for the width of the upper and lower arches in the coordinate X and 3D distance in relation to 2MD, 1MD and canines for both sexes. The mean of the transverse increase between the cited teeth was higher in the maxilla than in the mandible, and followed this decreasing order: higher for intercanine distance (mean upper arch increase, X and 3D 3.14 mm, mean lower arch increase, X 2.47 mm, 3D 2.48 mm); followed by the intermolar distance between 2MD (mean upper arch increase, X 2.29 mm, 3D 2.30 mm, mean lower arch increase, X and 3D 1.58 mm); and, finally, intermolar distance between 1MD (mean upper arch increase, X and 3D 2.12, mean lower arch, X and 3D 1.23) (Table 1).

In relation to the Y and Z coordinates, there were no statistically significant changes, the right and left molars and canines maintained their anteroposterior and vertical positions in the arches with the evolution of the T0 to T1 phase (Table 1).

No statistically significant difference was found for the intercanine and intermolar mean distance of the values found in T0 and T1 among patients with Baume Type I and II arches evaluated in the deciduous dentition.

Arch length. It was found a different pattern of development between the maxilla and mandible for both sexes. Although the length of the arch between T0 and T1 was not statistically significant for the upper arch, it was observed an increase from T0 to T1 analyzed by Y coordinate and

3D distance (T0, Y, 26.62 mm, 3D 26.68 mm, mean T1, Y 26.98 mm, 3D 27.09 mm). Contrasting with a significant decrease in the length of the arch detected for the mandible in the same period, by Y coordinate and 3D distance (mean T0, Y 24.34 mm 3D 24.37, mean T1, Y 23.56 mm, 3D 23.66 mm) (Table 1).

In T0, the upper dental arch, classified as Baume Type I, with presence of interdental spaces in the anterior region, showed significantly longer length (mean 27.14 mm, SD 1.33) than arches classified as Baume Type II with absence of interdental spaces in the anterior region (25.81 mm, SD 1.56, $P = 0.023$). No significant difference was found for the lower arch in the deciduous dentition ($P = 0.873$) taking into account the types of dental arches. When comparing the dimensions of the arches in T1, of the individuals involved in this study, taking into account the Baume classification obtained in T0, no significant difference was found between arches classified in Baume Type I of those classified as Type II.

Arch perimeter. Upper and lower arches presented a significant increase between the T0 and T1 phases for both genders ($P < 0.001$). The increase in the perimeter of the arch was higher in the maxilla, compared to the mandible (mean maxillary increase, 4.77 mm, SD 2.07 mm, mean mandible increase, 2.19 mm, SD 1.41 mm) (Table 1).

Palatal depth. Significant increase was observed between T0 and T1 in relation to the palatal depth measured by Z coordinates and 3D distance (mean T0, Z 10.09 mm, 3D 10.65 mm, mean T1, Z 12.14 mm; 3D 12.01 mm) (Table 1).

Curve of Spee. At T0, the curve depth was minimal (mean $Z = 0.32$) with a significant increase ($P = 0.000$) for T1 (mean $Z = 1.17$) (Table 1).

Sexual dimorphism. Regarding the difference between genders, significant values ($P < 0.05$) were found only for distance between 2MD, both in the maxilla and in the mandible (Table 2 and 3). The boys had larger upper and lower arches in the 2MD region, evaluated by the coordinate X and 3D distance at T0 (upper arch mean, X 40.71 mm, 3D 40.72 mm, mean lower arch X 36.29 mm, 3D 36.30 mm) compared to girls (mean upper arch, X 39.24 mm, 3D 39.25 mm, mean lower arch, X 34.89 mm, 3D 34.90 mm). This difference between genders was maintained at T1 only for the coordinate X in the upper arch (mean upper arch boys, X 43.16 mm, mean upper arch girls, X 41.42 mm).

Discussion

The present study explored a strand not yet investigated in the literature. In addition to the measures traditionally evaluated in previous studies, it was possible, through the digital models, to analyze in the three planes of space the relation between the references used to carry out the measurements. Thus, the results of this research allowed a detailed evaluation of the dimensional characteristics of the arches and their changes in T0 and T1.

Significant changes were observed in the dimensions of the upper and lower dental arches between T0 and T1 for both genders. The boys had significantly larger arches in the 2MD region when compared to the dental arches of girls in the two periods observed. This sexual dimorphism was also present in current studies such as Heikinheimo et al.⁴ with Finnish children, in Thilander's³ study with Swedish children, and in older studies with American children analyzed by Moorrees and Reed¹⁷, Knott² and Bishara et al.⁹

In the deciduous dentition, there was a higher prevalence, of Baume Type I arches, for the both gender, in the upper arch and in the lower, respectively, in 65.5% and 62.1%. In the case of Baume Type II arch, the prevalence was 34.5% for superior, and 37.9% for inferior. Similar results, with a higher prevalence of Type I arches, were observed by Baume¹⁹.

In the present study, a significant correlation was found in relation to the Type of arch only for the length of the upper arch. Higher values were found for the upper arch length (3D mean 27.14 mm; SD 1.33) in the deciduous dentition of children with Baume Type I arch, compared to children who have Baume Type II arch (3D mean 25, 81, SD 1.56). Baume¹⁹ in 1950, described Type I arches with a greater intercanine distance than Type II arches. Although the present study did not observe a significant difference in relation to this correlation, the pattern observed was the same one observed by the above mentioned author, with wider arches in the canine region of Type I arches.

The statistically significant results found in relation to the increase of the intermolar and intercanine distance were obtained by means of the X and 3D coordinates. In addition to these data, it was possible to conclude the stability of the anteroposterior and vertical positioning of the molars and canines in T0 and T1 by means of the results in relation to the Y and Z coordinates.

It was observed a significant increase in intercanine distance in the observed period, corroborating with previous findings, where it was verified this increase more evident with the eruption of the incisors^{5,14,16,17} justified by the growth of the alveolar process in this region²⁰. It was also verified a significant increase in intermolar distance between 2MD and 1MD, but this increase was lower than between primary canines.

Knott's² and Thilander's³ study with untreated children followed the same pattern of the arches development, with the highest increase seen in the canine region when compared to 2MD.

Moorrees and Reed²¹, in 1965, evaluated untreated children and obtained values equal to those of the present study for increase of intercanine distance in the maxilla between the phases observed when evaluated by the X coordinate (mean increase, girls 3.1 mm, boys 3.2 mm). In contrast, greater increase was found for the intercanine distance in the mandible in the aforementioned research (mean increase, girls 3.1 mm, boys 3.2 mm) compared to the present study (mean X coordinate increase, girls 2.46 mm, boys 2.48 mm).

Comparing the values found for the dimensions of the arches analyzed in previous studies is complex, due to the diversity of reference points used in the studies, different measurement techniques and selection of the dental development phase analyzed.⁴ Differently from certain previous articles^{3,4,9}, the present study evaluates the patients in relation to dental age and not in relation to the chronological age facilitating the evaluation of the events due to the eruption of the incisors and first permanent molars.

Thilander³ also used as reference in her study the central fossa of the 2MD to measure intermolar distance of normal occlusion children. She obtained smaller values when compared to the values found in this present study, emphasizing that the children of their research had 5 years in the initial phase of evaluation and 10 years in the phase of mixed dentition. In the present study, the children obtained as average age in T0, 4.5 years old and in T1 9.1 years old and still obtained higher values in relation to the intermolar distance between upper and lower 2MD compared to Thilander's³ study. Thus, we can conclude a racial difference between Brazilian and Swedish children when compared the dimension of the arches.

As opposed to the increase found for the other dimensions of the arches evaluated, the length of the arch was the only variable in which a decrease in the observed period was observed for the lower arch (Y -0.78 mm; 3D -0.72 mm) justified by the closure of spaces between primary molars. For the maxilla, also contrary to that found for the other dimensions, there was no statistically significant change. This same pattern of the decrease of mandibular arch length is found in the study by Moorrees and Reed²¹ evaluating arch dimensions by dental age. Conversely, Thilander³ finds an increase in this dimension in the maxilla and mandible when evaluating her sample from 5 to 10 years of age.

Moorrees et al.¹⁶ reported an increase in the perimeter of the arch, especially for the maxilla due to the eruption of permanent incisors with larger mesiodistal dimensions. An increase of perimeter was observed in the children evaluated in the present study and we can also correlate with the significant transversal increase of the arches found between the phases observed. It is worth mentioning that the values obtained for the arch perimeter in this study respected the existing curvature of the arches as in the study by Moorrees et al.¹⁶, unlike the method used by other authors such as Bishara et al.⁹ and Thilander³ who divided the arches into segments to obtain the perimeter. Slightly smaller values were found in Thilander's³ study possibly due to the evaluation method used, when compared to our study, but following the same pattern with increase of the perimeter in the analyzed phases.

The Curve of Spee evaluated in the present study showed significant changes between T0 and T1 with the irruption of permanent first molars and permanent incisors (mean T0, Z 0.32 mm, mean T1, Z 1.17 mm) and were corroborated by the longitudinal study of Marshall et al.¹⁸ This author found a minimum value for curve of Spee of 0.32 mm in the primary dentition phase and 1.32 mm with the irruption of permanent first molar and permanent central incisors.

There are few studies that analyze the palatal height at the transition between phases. The results of the present study agree with the findings of Thilander's³ study where she finds an increase in this value from 5 to 10 years of age. This vertical growth can be attributed because of the remodeling and displacement of the maxilla in normal development.²²

The observation of normality in relation to all the dimensions found is important to guide the professional of Orthodontics and Pediatric Dentistry when to intervene because of alteration of any of

the measures evaluated, either due to the presence of deleterious oral habits and / or to early dental losses.

Future studies with lateral cephalometric radiograph of the individuals involved in the study could provide more information on tooth eruption and anteroposterior dental displacement on the alveolar ridge.

Conclusions

Based on this study's results, the following conclusions can be made:

1. There is a significant increase in the upper and lower dental arches between T0 and T1 for both gender: at intermolar distances between 1MD and 2MD, intercanine distance, arch perimeter, palate depth and curve of Spee;
2. There is a significant decrease in the length of the lower arch at the transition between the T0 and T1 phases;
3. Boys have larger arches than girls in the region of 2MD at T0 for the maxilla and for the mandible and at T1 only in the maxilla;
4. In the primary dentition there is a greater prevalence of Baume Type I arch than Type II arch for individuals in normal occlusion with no history of orthodontic treatment;
5. In the primary dentition children with Baume Type I arch have a larger length than children with Baume Type II arch.

References

1. Sillman JH. Some aspects of individual dental development: Longitudinal study from birth to 25 years. *Am J Orthod.* 1965;51(1):1-25.
2. Knott VB. Longitudinal study of dental arch widths at four stages of dentition. *Angle Orthod.* 1972;42(4):387-394.
3. Thilander B. Dentoalveolar development in subjects with normal occlusion. A longitudinal study between the ages of 5 and 31 years. *Eur J Orthod.* 2009;31(2):109-120.
4. Heikinheimo K, Nyström M, Heikinheimo T, Pirttiniemi P, Pirinen S. Dental arch width, overbite, and overjet in a Finnish population with normal occlusion between the ages of 7 and 32 years. *Eur J Orthod.* 2012;34(4):418-426.
5. Sillman JH. Dimensional changes of the dental arches: Longitudinal study from birth to 25 years. *Am J Orthod.* 1964;50(11):824-842.
6. Moorrees CFA, Reed RB. Correlations among crown diameters of human teeth. *Arch Oral Biol.* 1964;9(6):685-697. doi:10.1016/0003-9969(64)90080-9
7. Bishara SE, Jakobsen JR, Treder JE, Stasi MJ. Changes in the maxillary and mandibular tooth size-arch length relationship from early adolescence to early adulthood. A longitudinal study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989;95(1):46-59.
8. Massaro C, Miranda F, Janson G, et al. Maturational changes of the normal occlusion: A 40-year follow-up. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2018;154(2):188-200.
9. 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):401-409.
10. Arslan SG, Kama JD, Şahin S, Hamamci O. Longitudinal changes in dental arches from mixed to permanent dentition in a Turkish population. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2007;132(5):576e15-576e21.
11. Slaj M, Jezina MA, Lauc T, Rajic-Mestrovic S MM. Longitudinal dental arch changes in the mixed dentition. *Angle Orthod.* 2003;73(5):509-514.
12. Little, R. M.; Riedel, R. A.; Artun J. An evaluation of changes in mandibular anterior alignment from 10 to 20 years portretention. *Am J Orthod.* 1988;93(5):423-428.

13. Baume LJ. Physiological tooth migration and its significance for the development of occlusion III: the biogenesis of accessional dentition. *J Dent Res.* 1950;29:338-348.
14. Barrow G V, White JR. Developmental Changes of The Maxillary and Mandibular Dental Arches. *Angle Orthod.* 1952;22(1):41-46.
15. Sinclair PM, Little RM. Maturation of untreated normal occlusions. *Am J Orthod.* 1983;83(2):114-123.
16. Moorrees CFA, Grøn AM, Le Bret LML, Yen PKJ, Fröhlich FJ. Growth studies of the dentition: A review. *Am J Orthod.* 1969;55(6):600-616.
17. MOORREES CF, CHADHA JM. Available Space for the Incisors During Dental Development - A Growth Study Based on Physiologic Age. *Angle Orthod.* 1965;35(1):12-22.
18. Marshall SD, Caspersen M, Hardinger RR, Franciscus RG, Aquilino SA, Southard TE. Development of the curve of Spee. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008;134(3):344-352.
19. Baume LJ. Physiological tooth migration and its significance for the development of occlusion II. The biogenesis of the successional dentition. 1950;29:331-337.
20. Le Bret L. Growth Changes of the Palate, *J. dent. Res.*, 41:1391-1404, 1962. *J dent Res.* 1962;41:1391-1462.
21. Moorrees CFA, Reed RB. Changes in Dental Arch Dimensions Expressed on the Basis of Tooth Eruption as a Measure of Biologic Age. *J Dent Res.* 1965;44(1):129-141.
22. Thilander B, Persson M, Adolfsson U. Roentgen-cephalometric standards for a Swedish population. A longitudinal study between the ages of 5 and 31 years. *Eur J Orthod.* 2005;27(4):370-389.

Figures and Tables

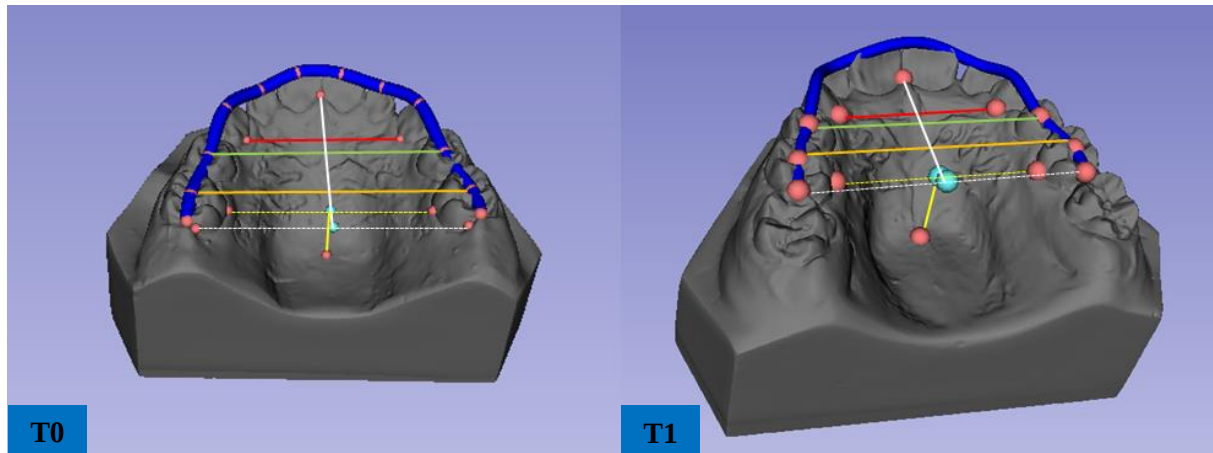


Figure 1. Variables evaluated at T0 and T1: Intermolar width between 2MD (orange), intermolar width between 1MD (green), intercanine distance (red), arch length (white), palatal depth (yellow) arch perimeter (blue).

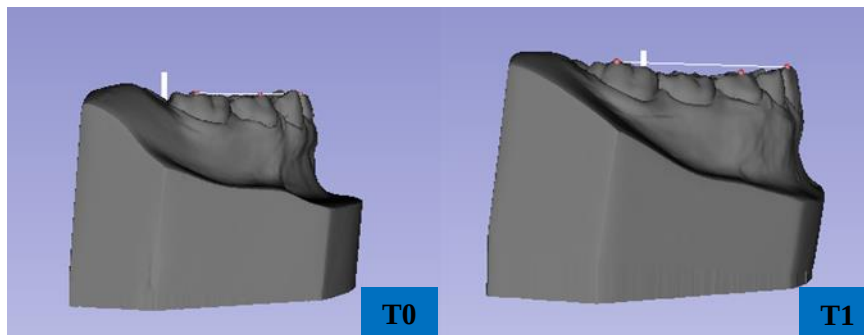


Figure 2. At T0, Curve of Spee was measured as the great perpendicular distance between the most prominent point of the 1MD to a line formed by the most prominent point of the 2MD and deciduous lateral incisor. At T1, it was measured by the perpendicular distance between the most prominent point of 1MD to a line formed by the most prominent point of the permanent first molar incisor and permanent lateral incisor.

Table 1. Intra-arch measurements during primary dentition (T0) and early mixed dentition (T1) and comparison of changes along the observation period (paired-t test)

	Variables	Cord	N	T0					T1					P-value
				Mean	SD	Median	Min	Max	Mean	SD	Median	Min	Max	
Maxilla	E - E width	X	29	39.85	1.65	40.05	30.69	37.36	42.14	2.36	41.91	37.58	48.99	0.000*
		Y	29	0.03	0.58	0.15	0.90	1.57	0.07	0.96	0.18	1.41	2.80	0.638
		Z	29	0.07	0.59	0.08	0.94	0.97	0.05	0.48	0.04	0.84	1.01	0.360
		3D	29	39.86	1.65	40.05	37.37	43.32	42.16	2.36	41.92	37.60	48.99	0.000*
	D - D width	X	29	34.11	1.69	33.84	30.69	37.36	36.22	1.84	35.87	32.40	39.30	0.000*
		Y	29	0.16	0.48	0.13	0.56	1.69	0.00	0.66	0.01	1.37	1.57	0.269
		Z	29	0.04	0.29	0.04	0.59	0.92	0.07	0.35	0.13	0.47	0.61	0.179
		3D	29	34.11	1.69	33.84	30.70	37.36	36.23	1.84	35.87	32.40	39.31	0.000*
	C - C width	X	29	23.87	1.48	23.67	21.05	26.80	27.01	1.61	26.99	24.39	30.16	0.000*
		Y	29	0.04	0.54	0.04	1.05	1.09	0.06	0.64	0.08	0.98	1.82	0.854
		Z	29	0.03	0.30	0.06	0.63	0.66	0.09	0.46	0.04	1.54	0.69	0.442
		3D	29	23.88	1.48	23.67	21.07	26.80	27.02	1.61	26.99	24.40	30.17	0.000*
	Arch lenght	Y	29	26.62	1.52	26.62	1.27	3.77	26.98	1.61	27.01	23.47	30.63	0.089
		3D	29	26.68	1.53	26.66	23.48	30.09	27.09	1.58	27.22	23.55	30.79	0.055
	Arch perimeter		29	78.08	3.44	78.15	70.13	86.00	82.85	3.94	83.05	76.80	92.93	0.000*
	Palatal depth	Z	29	10.09	3.61	10.93	7.64	13.17	12.14	1.34	12.28	8.78	15.61	0.003*
		3D	29	10.65	1.29	10.95	7.91	13.18	12.01	1.56	12.19	7.52	15.62	0.000*
Mandible	E - E width	X	29	35.47	1.73	35.62	32.61	38.48	37.06	1.97	36.46	32.45	40.64	0.000*
		Y	29	0.01	0.57	0.13	0.82	1.26	0.06	0.57	0.00	1.13	1.65	0.749
		Z	29	0.09	0.33	0.05	0.45	0.72	0.09	0.41	0.09	0.73	1.04	0.050
		3D	29	35.48	1.73	35.62	32.61	38.49	37.06	1.97	36.47	32.45	40.65	0.000*
	D - D width	X	29	29.52	1.60	29.52	26.19	32.25	30.75	1.75	30.30	26.42	33.88	0.000*
		Y	29	0.14	0.42	0.01	0.56	0.99	0.20	0.56	0.19	1.00	1.23	0.625
		Z	29	0.01	0.34	0.05	0.66	0.77	0.05	0.38	0.06	0.66	1.00	0.550
		3D	29	29.52	1.60	29.53	26.19	32.27	30.76	1.74	30.32	26.43	33.88	0.000*
	C - C width	X	29	18.61	1.18	18.74	16.28	20.88	21.08	1.51	20.83	18.73	23.54	0.000*
		Y	29	0.19	0.50	0.28	1.02	1.03	0.16	0.58	0.20	1.22	1.23	0.783
		Z	29	0.07	0.34	0.10	0.62	0.69	0.28	0.57	0.16	0.76	1.92	0.127
		3D	29	18.62	1.18	18.74	16.29	20.88	21.1	1.51	20.83	18.74	23.55	0.000*
	Arch lenght	Y	29	24.34	1.35	24.42	21.31	26.63	23.56	1.48	23.36	0.72	1.78	0.000*
		3D	29	24.37	1.36	24.45	21.31	26.68	23.66	1.47	23.44	20.56	26.60	0.000*
	Curve of Spee	Z	29	0.32	0.38	0.19	0.17	1.31	1.17	0.51	1.08	0.32	2.65	0.000*
	Arch perimeter		29	70.07	2.67	10.24	63.88	74.61	72.26	3.23	72.34	65.00	78.38	0.000*

Cord, coordinates; SD, Standard deviation; Min, Minimum; Max, Maximum; E - E, Inter second primary molar; D - D, Inter first primary molar; C - C, Inter canine; X, Right-Left; Y, Anterior-Posterior; Z, Inferior-Superior; 3D, Euclidean distance;

*Statistically significant at $P < 0.05$

Table 2. Comparison between girls and boys of the intra-arch changes from primary dentition to early mixed dentition (maxilla)

	Maxilla										
	Variables	Cord	Gender	N	T0			T1			T0 - T1
					Mean	SD	p-value (gender)	Mean	SD	p-value (gender)	P-value (T0 - T1)
	E - E width	X	F	17	39.24	1.47	0.015*	41.42	2.05	0.048*	0.000*
			M	12	40.71	1.56		43.16	2.48		0.001*
		Y	F	17	0.00	0.43	0.688	0.10	1.14	0.848	0.751
			M	12	0.09	0.77		0.03	0.69		0.737
		Z	F	17	0.07	0.61	0.956	0.00	0.47	0.507	0.654
			M	12	0.06	0.57		0.12	0.50		0.883
		3D	F	17	39.25	1.47	0.015*	41.44	2.06	0.050	0.000*
			M	12	40.72	1.55		43.17	2.48		0.001*
	D - D width	X	F	17	33.66	1.59	0.092	35.69	1.82	0.063	0.000*
			M	12	34.74	1.69		36.98	1.67		0.000*
		Y	F	17	0.06	0.39	0.180	0.05	0.68	0.655	0.917
			M	12	0.31	0.56		0.07	0.65		0.189
		Z	F	17	0.03	0.35	0.793	0.00	0.32	0.247	0.752
			M	12	0.06	0.17		0.16	0.38		0.116
		3D	F	17	33.67	1.58	0.091	35.70	1.81	0.063	0.000*
			M	12	34.74	1.69		36.98	1.66		0.000*
	C - C width	X	F	17	23.49	1.49	0.099	26.56	1.38	0.073	0.000*
			M	12	24.41	1.34		27.65	1.76		0.000*
		Y	F	17	0.09	0.49	0.121	0.08	0.64	0.153	0.925
			M	12	0.23	0.57		0.27	0.60		0.880
		Z	F	17	0.06	0.28	0.460	0.14	0.35	0.537	0.488
			M	12	0.02	0.33		0.03	0.59		0.723
		3D	F	17	23.49	1.49	0.098	26.57	1.38	0.071	0.000*
			M	12	24.42	1.34		27.66	1.75		0.000*
	Arch lenght	Y	F	17	26.49	1.54	0.591	26.83	1.64	0.568	0.211
			M	12	26.80	1.53		27.18	1.61		0.278
		3D	F	17	26.56	1.56	0.617	26.93	1.61	0.535	0.178
			M	12	26.85	1.53		27.31	1.58		1.197
	Arch perimeter		F	17	77.50	3.71	0.284	82.38	4.03	0.461	0.000*
			M	12	78.91	2.97		83.50	3.90		0.000*
	Palatal depth	Z	F	17	9.57	4.62	0.362	12.00	1.70	0.994	0.023
			M	12	10.85	1.06		12.01	1.31		0.000*
		3D	F	17	10.51	1.45	0.490	12.00	1.76	0.986	0.000*
			M	12	10.85	1.06		12.01	1.32		0.000*

Cord, coordinates; SD, Standard deviation; E – E, Inter second primary molar; D – D, Inter first primary molar; C – C, Inter canine; X, Right-Left; Y, Anterior-Posterior; Z, Inferior-Superior; 3D, Euclidean distance;

*Statistically significant at P < 0.05

Table 3. Comparison between girls and boys of the intra-arch changes from primary dentition to early mixed dentition (mandible)

	Variables	Cord	Gender	N	T0			T1			T0 - T1
					Mean	SD	P-value (gender)	Mean	SD	P-value (gender)	P-value (T0 - T1)
Mandible	E - E width	X	F	17	34.89	1.54	0.030*	36.56	2.09	0.104	0.000*
			M	12	36.29	1.71		37.76	1.61		0.000*
		Y	F	17	0.02	0.63	0.677	0.06	0.55	0.180	0.826
			M	12	0.07	0.51		0.23	0.58		0.377
		Z	F	17	0.01	0.33	0.106	0.02	0.48	0.321	0.826
			M	12	0.21	0.30		0.18	0.29		0.001*
		3D	F	17	34.90	1.54	0.030*	36.56	2.08	0.104	0.000*
			M	12	36.30	1.71		37.77	1.61		0.000*
	D - D width	X	F	17	29.17	1.67	0.162	30.38	1.86	0.176	0.000*
			M	12	30.02	1.41		31.28	1.49		0.000*
		Y	F	17	0.12	0.46	0.786	0.07	0.51	0.128	0.744
			M	12	0.17	0.36		0.39	0.60		0.261
		Z	F	17	0.04	0.37	0.513	0.00	0.45	0.440	0.765
			M	12	0.04	0.30		0.11	0.25		0.430
		3D	F	17	29.17	1.67	0.163	30.39	1.86	0.175	0.000*
			M	12	30.02	1.41		31.29	1.48		0.000*
	C - C width	X	F	17	18.34	1.33	0.148	20.80	1.43	0.247	0.000*
			M	12	18.99	0.85		21.47	1.59		0.000*
		Y	F	17	0.16	0.43	0.627	0.00	0.46	0.098	0.317
			M	12	0.25	0.60		0.37	0.69		0.675
		Z	F	17	0.03	0.37	0.423	0.43	0.60	0.081	0.047*
			M	12	0.13	0.28		0.06	0.46		0.653
		3D	F	17	18.35	1.33	0.146	20.82	1.44	0.247	0.000*
			M	12	19.00	0.86		21.49	1.59		0.000*
	Arch lenght	Y	F	17	24.20	1.58	0.508	23.41	1.59	0.533	0.001*
			M	12	24.54	0.99		23.77	1.36		0.007*
		3D	F	17	24.24	1.58	0.530	23.51	1.59	0.519	0.002*
			M	12	24.57	23.77		23.87	1.32		0.010*
	Arch perimeter		F	17	69.85	3.08	0.601	71.80	3.65	0.370	0.000*
			M	12	70.39	2.05		72.92	2.52		0.000*
	Curve of Spee	Z	F	17	0.36	0.33	0.546	1.14	0.58	0.707	0.001*
			M	12	0.27	0.45		1.21	0.40		0.000*

Cord, coordinates; SD, Standard deviation; E - E, Inter second primary molar; D - D, Inter first primary molar; C - C, Inter canine; X, Right-Left; Y, Anterior-Posterior; Z, Inferior-Superior; 3D, Euclidean distance; *Statistically significant at $P < 0.05$

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do escâner disponível presente no laboratório de imagens da pós-graduação de Ortodontia da PUC-Minas (SMART, Open Technologies, Brescia, Itália), e do aplicativo de livre acesso 3D Slicer foi muito importante para o presente trabalho. A obtenção de modelos digitais facilitou o método de avaliação dos modelos, bem como forneceu avaliação nos três planos do espaço das medidas feitas. Com a presente metodologia desenvolvida para esta dissertação de Mestrado profissionalizante, abre-se a perspectiva de análise de outras amostras de pacientes tratados.

Os resultados e conclusões encontrados para as mudanças dimensionais nos arcos dentários na transição das fases de dentadura decídua para mista inicial foram apresentadas na forma de artigo, em uma primeira versão, a ser aprimorada a partir das considerações da banca examinadora, de acordo com a recomendação do Colegiado de Pós-Graduação em Odontologia da PUC Minas.

REFERÊNCIAS

- ARSLAN, S. G. et al. Longitudinal changes in dental arches from mixed to permanent dentition in a Turkish population. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.132, n. 5, p. 576e15-576e21, Nov. 2007.
- BAUME, L. J. Physiological tooth migration and its significance for the development of occlusion. I -The biogenetic course of the deciduous dentition. **Journal of Dental Research**, v.29, n.2, p. 123-132, Apr. 1950.
- BARROW, G. V.; WHITE, J. R. Developmental changes of the maxillary and mandibular dental arches. **The Angle Orthodontics**, v.22, n.1, p. 41-46, Jan. 1952.
- BELL, A.; AYOUB, A.; SIEBERT, P. Assessment of the accuracy of a threedimensional imaging system for archiving dental study models. **Journal of Orthodontics**, v.30, n.3, p. 219-223, Sept. 2003.
- BISHARA, S. E. et al. Changes in the maxillary and mandibular tooth size-arch length relationship from early adolescence to early adulthood: A longitudinal study. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.95, n.1, p. 46-59, Jan. 1989.
- BISHARA, S. E. et al. Arch width changes from 6 weeks to 45 years of age. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.111, n.4, p. 401-409, Apr. 1997.
- DINELLI, T. C. S.; MARTINS, L. P.; PINTO, A. S. Mudanças dimensionais dos arcos dentários em crianças entre 3 e 6 anos de idade. **Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v.9, n.4, p. 60-67, jul./ago. 2004.
- GANDINI et al. Estudo da oclusão dentária de escolares da cidade de Araraquara, na fase da dentadura mista relação inter-arcos, região anterior (overjet e overbite). **Ortodontia**, v.33, n1, p.44-49, jan./abril. 2000.
- GIGUEIRA, A. M. et al. Estudo transversal das distâncias intercaninas e intermolares com a altura total do arco e do segmento. **Revista do Instituto da Ciência da Saúde**, v. 25, n. 2, p. 157-164, 2007.
- GÓIS, E. G. et al. Incidence of malocclusion between primary and mixed dentitions among Brazilian children: A 5-year longitudinal study. **The Angle Orthodontist**, v.82, n.3, p.495-450, May. 2012.
- HEIKINHEIMO, K. et al. Dental arch width, overbite, and overjet in a Finnish population with normal occlusion between the ages of 7 and 32 years. **European Journal of Orthodontics**, v.34, n.4, p. 418-426, Aug. 2012.
- KNOTT, V. B. Longitudinal study of dental arch width at for stages of dentition. **The Angle Orthodontics**, v.42, n.4, p. 387-394, Oct. 1972.

LITTLE, R. M.; RIEDEL, R. A.; ARTUN, J. An evaluation of changes in mandibular anterior alignment from 10 to 20 years postretention. **American Journal of Orthodontics**, v.93, n.5, p. 423-428, May 1988.

MARSHALL, S. D. Development of the curve of Spee. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.134, n.3, p. 344-352, Sept. 2008.

MASSARO, C. et al. Maturational changes of the normal occlusion: A 40-year follow-up. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.154, n.2, p. 188-200, Aug. 2018.

MOORREES, C. F. A. et al. Growth studies of the dentition: A review. **American Journal of Orthodontics**, v.55, n.6, p. 600-616, June 1969.

MOORREES, C. F. A.; REED, R. B. Changes in Dental Arch Dimensions Expressed on the Basis of Tooth Eruption as a Measure of Biologic Age. **Journal of Dental Research**, v.44, n.1, p. 129-141, Jan./Feb. 1965.

MOORREES, C. F.; CHADHA, J. M. Available Space for the Incisors During Dental Development - A Growth Study Based on Physiologic Age. **The Angle Orthodontist**, v.35, n.1, p. 12-22, Jan. 1965.

OLIVEIRA, D. D. et al. Confiabilidade do uso de modelos digitais tridimensionais como exame auxiliar ao diagnóstico ortodôntico: um estudo piloto. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v.12, n.1, p. 84-93, jan./fev. 2007.

QUIMBY, N. L. et al. The accuracy and reliability of measurements made on computer based digital models. **The Angle Orthodontist**, v. 74, n. 3, p. 298-303, Jun. 2004.

SANTORO, M. et al. Comparison of measurements made on digital and plaster models. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.124, n.1, p. 101-105, July 2003.

SILLMAN, J. H. Dimensional changes of the dental arches: Longitudinal study from birth to 25 years. **American Journal of Orthodontics**, v.50, n.11, p. 824-842, Nov. 1964.

SILLMAN, J. H. Some aspects of individual dental development: Longitudinal study from birth to 25 years. **American Journal of Orthodontics**, v.51, n.1, p. 1-25, Jan. 1965.

SINCLAIR, P. M.; LITTLE, R. M. Maturation of untreated normal occlusions. **American Journal of Orthodontics**, v.83, n.2, p. 114-123, Feb. 1983.

ŠLAJ, M. et al. Longitudinal dental arch changes in the mixed dentition. **The Angle Orthodontist**, v.73, n.5, p. 509-514, Sept. 2003.

SOUSA, M. V. S. et al. Accuracy and reproducibility of 3-dimensional digital model measurements. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.142, n.2, p. 269-273, Aug. 2012.

THILANDER, B. Dentoalveolar development in subjects with normal occlusion. A longitudinal study between the ages of 5 and 31 years. **European Journal of Orthodontics**, v.31, n.2, p. 109-120, Apr. 2009.

UDHE, M. D.; SADOWSKY, C.; BEGOLE, E. A. Long-term stability of dental relationships after orthodontic treatment. **The Angle Orthodontist**, v.53, n.3, p. 240-252, July 1983.

ZANETTI, G. D. A. et al. Características da Dentadura Mista e Tipos de Padrões Faciais em Crianças Brasileiras. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v.24, p. 67-76, 2003.