

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
DEPARTAMENTO DE CIRURGIA E ORTOPEDIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO DE ORTODONTIA

APLICABILIDADE DO CÁLCULO DA DISCREPÂNCIA EM
DENTADURA MISTA POR MEIO DE TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO

Alessandra Larissa Grigolo Marques

Porto Alegre

2009

Alessandra Larissa Grigolo Marques

APLICABILIDADE DO CÁLCULO DA DISCREPÂNCIA EM
DENTADURA MISTA POR MEIO DE TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO

Pesquisa apresentada ao curso de Especialização em Ortodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-graduação em Ortodontia.

Professor José Renato Prietsch
Orientador

Porto Alegre
2009

AGRADECIMENTOS

Ao professor orientador desta dissertação Dr. José Renato Prietsch doando seu tempo no auxílio da conclusão desta dissertação.

Aos professores Dr^a. Aisha Gomes Stumpf, Dr. Carlos Alberto Mundstock, Dr. Eduardo Ferreira, Dr. Enio Ferreira, Dr^a. Karina Mundstock, Dr^a. Márcia Maahs e Dr. Telmo Berthold por toda atenção e tempo disponibilizado.

Aos meus colegas Fábio Braga, Fabrício Sanches Fernandes, Maria Celeste Montagner Fornari, Tatiana Braga e Tatiana Menezes da Silva pelo companheirismo, amizade e apoio.

As funcionárias Sônia Ribeiro e Luciana Goulart pelo apoio e atenção dedicada.

Ao meu noivo Alessandro Preissler fonte inesgotável de apoio e estímulo.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus pais, Luiz e Elzira, que sempre acreditaram na importância da educação.

RESUMO

Introdução: O objetivo deste trabalho foi avaliar o espaço presente e requerido em modelo de gesso e em reconstruções tridimensionais provenientes da tomografia computadorizada de feixe cônico no que se refere a sua reprodutibilidade e aplicar o cálculo da discrepância nas reconstruções tridimensionais de pacientes em fase de dentadura mista. **Metodologia:** Utilizou-se 30 modelos de gesso e foram geradas reconstruções tridimensionais da dentição destes 30 pacientes. Espaço presente, espaço requerido e discrepância de modelo foram medidos diretamente nos modelos de gesso com um paquímetro digital de alta precisão e para prever o tamanho dos caninos permanentes e pré-molares foi usado o método de Tanaka – Jonhston. As reconstruções tridimensionais foram avaliadas pelo *software Dolphin 3D Imaging, versão 10.5*. Para a avaliação da reprodutibilidade e da precisão, utilizou-se o teste t-student. **Resultados:** Ao comparar-se as medidas do espaço presente e requerido nos modelos de gesso com das reconstruções volumétricas digitais observaram-se valores semelhantes. Porém, houve diferença estatisticamente significativa para as medidas das análises de espaço, 0,81mm para o espaço presente e de 0,57 mm para o espaço requerido. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada para as medidas da discrepância das arcadas dentárias. **Conclusão:** A precisão do *software Dolphin 3D Imaging* para avaliação da discrepância de modelos usando as reconstruções tridimensionais foi considerada clinicamente aceitável e a reprodutibilidade foi confiável quando comparada com as técnicas de análise dos modelos de gesso.

PALAVRAS CHAVE: tomografia computadorizada de feixe cônico, reconstrução tridimensional, espaço presente, espaço requerido, discrepância de modelo.

ABSTRACT

Introduction: The purpose of this study was to evaluate the available arch length and required arch length of dental casts and cone-beam computed tomography (CBCT) reconstructions referring to its reproducibility and to calculate the discrepancy on CBCT reconstructions in patients in mixed dentition phase.

Methodology: 30 cast models were used and 3-dimensional reconstructions of the dentitions were generated. Available arch length, required arch length and discrepancy were made directly on plaster dental casts with a high-precision digital caliper, Tanaka – Johnston method was used to predict the size of permanent canines and premolars. The digital reconstructions were by Dolphin 3-D Imaging, version 10.5 software. Reproducibility and accuracy were assessed by paired Student t tests. **Results:** When comparing available arch length and required arch length measured on dental casts with CBCT measurements similar values were observed. However, statistically significant difference for space analysis measurements were found, 0,81mm for available arch length and 0,57 mm for required arch length. No significant difference was found for dental arch discrepancies measured. **Conclusions:** The accuracy of the software Dolphin 3-D Imaging for discrepancy evaluation using cone-beam computed tomography reconstructions was considered clinically acceptable and reproducibility was reliable when compared with traditional cast model analyses.

KEY WORDS: cone-beam computed tomography, 3D reconstructions, available arch length, required arch length, discrepancy models.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1A e 1B.** Reconstruções tridimensionais geradas a partir do programa *Dolphin 3D Imaging*, versão 10.5 (*Dolphin Imaging, Chatsworth, CA*).....23
- Figura 2.** Paquímetro digital marca Starrett 0 – 150 mm.....24
- Figuras 3A, 3B e 3C.** Técnica do paquímetro digital para mensuração do espaço presente no modelo de gesso.....25
- Figuras 4A e 4B.** Marcação do espaço presente na reconstrução tridimensional gerado pelo programa *Dolphin 3D Imaging*, versão 10.5 (*Dolphin Imaging, Chatsworth, CA*).....26
- Figuras 5A e 5B.** Marcação de pontos nos diâmetro méso-distal dos dentes na altura do ponto de contato.....27
- Figura 6.** Marcação de pontos nos diâmetro méso-distal dos dentes com giro-versão.....28

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Comparação entre os valores Espaço Presente e Espaço Requerido: Medições no modelo por paciente.....	31
Gráfico 2. Comparação entre os valores Espaço Presente e Espaço Requerido: Medições nas reconstruções por paciente.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Comparação entre as medições realizadas: Estudo do Erro (n = 12).....30

Tabela 2. Comparação entre os valores Modelo e Dolphin (n = 30).....30

Tabela 3. Comparação entre os valores Espaço Presente e Espaço Requerido.....31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
3 MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1 LOCAL DA REALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	22
3.2 POPULAÇÃO ESTUDADA.....	22
3.3 TAMANHO E SELEÇÃO DA AMOSTRA.....	22
3.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO.....	22
3.5 REALIZAÇÃO DAS TOMOGRAFIAS.....	22
3.6 CALIBRAGEM.....	23
3.6.1 Período de treinamento	23
3.6.2 Calibragem intraexaminador	24
3.7 PROCEDIMENTOS DE LEVANTAMENTO	24
3.7.1 Técnica cega	24
3.7.2 Padronização do método de exame nos modelos de gesso	24
3.7.3 Padronização do método de exame nas reconstruções tridimensionais	25
3.7.4 Registro dos dados	28
3.8 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	28
3.9 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	29
4 RESULTADOS	30
5 DISCUSSÃO	33
6 CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS.....	37
APÊNDICE	41

1 INTRODUÇÃO

Um adequado tratamento se baseia em um bom diagnóstico e plano de tratamento que, por sua vez, dependem de registros precisos. Os autores recomendam um nível mínimo de documentação para todos os pacientes ortodônticos, incluindo: preciso registro de mordida, fotografias dos dentes e da face, radiografia panorâmica, telerradiografia de perfil e interproximais e modelos de gesso. Atualmente os registros convencionais estão convivendo com os registros digitais pelo fato destes possuírem maior facilidade de recuperação, armazenamento, análise, transferência e arquivamento dos registros dos pacientes. Os registros digitais estão se tornando o meio usual para registro de radiografias e fotografias. Entretanto, os modelos de gesso ainda são preferência entre a maioria dos cirurgiões e ortodontistas para a elaboração do plano de tratamento e apresentação aos pacientes, apesar das imagens digitais permitirem arquivar e medir esses modelos (ARNETT; MCLAUGHLIN, 2004).

Os modelos de estudo, são de grande importância para o diagnóstico e planejamento no tratamento ortodôntico. Pode-se determinar a relação entre a quantidade de espaço no arco dentário e a quantidade de espaço exigida para que todos os dentes permanentes se alinhem corretamente. A análise de modelo é uma avaliação tridimensional dos arcos dentários e de sua relação oclusal. A correlação desta análise com as análises cefalométricas irão auxiliar na determinação da necessidade de um tratamento ortodôntico com ou sem extrações dentárias (VELLINI, 1998).

As análises da discrepância de modelo podem ser realizadas na dentadura permanente e na dentadura mista. As análises da dentadura mista visam prever, através de tabelas ou radiografias, o tamanho dos dentes permanentes não erupcionados e se estes terão espaço no arco dentário. Na análise da dentição permanente visa-se determinar a diferença entre o espaço disponível e o espaço requerido para o alinhamento dentário (RAKOSI; JONAS; GRABER, 1999).

Os avanços tecnológicos na odontologia incluem a imagem digital e a visualização tridimensional das regiões maxilofaciais. Esses processos têm melhorado a capacidade de diagnóstico, possibilitam a representação da anatomia do paciente e a reconstrução tridimensional através da imagem digital por ferramentas computacionais (HATCHER; ABOUDARA, 2004).

Recentemente, aparelhos de tomografia computadorizada de feixe cônico têm sido desenvolvidos especificamente para a região maxilofacial. Foi a partir desta nova tecnologia que se viabilizou a reprodução da imagem tridimensional para o diagnóstico odontológico. Uma das principais características desta técnica é a versalidade dos programas que executam e manipulam as imagens que podem ser instalados em computadores convencionais (GARIB *et al.*, 2007). Estes programas permitem a obtenção de dados morfológicos dos tecidos moles (como os vistos em uma fotografia facial) e a reconstrução de radiografias e de modelos das arcadas dentárias. Todos os registros exigidos na documentação ortodôntica podem ser obtidos a partir de apenas um escaneamento da cabeça do paciente (MAKI *et al.*, 2003).

Com as imagens tradicionais da documentação ortodôntica, algumas áreas anatômicas eram visualizadas e mensuradas de forma insatisfatória (HATCHER, ABOUDARA, 2004). Uma das principais aplicações da tomografia computadorizada na ortodontia, segundo Garib *et al.* (2007), é medir o exato diâmetro méso-distal de dentes permanentes não irrompidos para avaliação da discrepância dente/osso na dentadura mista.

O objetivo deste trabalho é avaliar o espaço presente e requerido do modelo de gesso e das reconstruções tridimensionais provenientes da tomografia computadorizada de feixe cônico, assim como calcular a discrepância para determinar a sua reprodutibilidade em documentações de 30 pacientes em tratamento ortodôntico na Clínica do Curso de Especialização em Ortodontia da FO-UFRGS no período de março de 2007 a agosto de 2009.

2 REVISÃO DE LITERATURA

De acordo com Rakosi, Jonas, Graber (1999), depois do exame clínico, o elemento de diagnóstico e prognóstico mais importante é o estudo dos modelos de gesso, pois além de fornecer uma visão longitudinal e um registro em três dimensões da maloclusão permite a avaliação de vários problemas que dificilmente teriam uma observação tão apurada se fossem tomados diretamente na boca do paciente.

Han (1991) avaliou a consistência das decisões do tratamento ortodôntico a partir dos registros diagnósticos e constatou que 55% do plano de tratamento ortodôntico é concebido pelas informações oriundas dos modelos de estudo.

A deficiência no comprimento do arco dentário é o tipo de maloclusão mais freqüentemente encontrada. Os modelos de gesso constituem a melhor maneira de avaliar a diferença entre volume dentário e o espaço disponível no osso basal (MUCHA; BOLOGNESE, 1985). A esse procedimento dá-se o nome de “cálculo da discrepância dentária ou discrepância de modelos (DM)”.

O cálculo pode ser realizado tanto na dentição mista quanto na dentição permanente, a diferença está na forma de obtenção do espaço requerido, sendo o espaço presente medido da mesma forma em ambos os casos. Para medir o espaço requerido na dentição permanente necessita-se apenas dos modelos de gesso, já na dentição mista utilizam-se também radiografias e/ou tabelas de proporcionalidades para prever o tamanho dos dentes não irrompidos (VELLINI, 1998).

A discrepância do arco dentário é a diferença algébrica entre os valores do espaço presente e do espaço requerido. O espaço presente (EP) é o valor da medida do espaço ósseo em milímetros, sobre a crista alveolar medido a partir da mesial dos primeiros molares permanentes. O espaço requerido (ER) é o valor em milímetros que resulta da soma dos diâmetros méso-distais dos elementos dentários situados entre as mesiais dos primeiros molares permanentes (PETRELLI, 1995).

A informação precisa sobre a quantidade da discrepância entre tamanho dentário e a base óssea orienta o tratamento a ser seguido. Baseando-se nos dados obtidos, pode-se ponderar qual a melhor atitude a ser tomada, se extração de pré-molares, desgaste de substância dentária interproximal e/ou utilizar-se de diversos métodos de recuperação de espaço (GUIDO *et al*, 2002).

A análise da discrepância do arco é geralmente realizada somente no arco inferior devido à maior necessidade de precisão de diagnóstico nesta área. Isso se deve principalmente a dois fatores: maior dificuldade de recuperar e conseguir espaço na mandíbula; e o arco inferior serve de base para o planejamento do tratamento (MUCHA; BOLOGNESE, 1985).

Na dentadura permanente ou mista pode-se usar o mesmo método para fazer a medição do espaço presente. Segundo Vellini (1998), para a determinação do espaço presente com a técnica do fio de latão deve-se contornar o arco dentário com um fio de latão de 0.028" da mesial do primeiro molar permanente de um lado até a mesial do primeiro molar permanente do lado oposto. O fio deve passar sobre os pontos de contato dos dentes posteriores e sobre a borda incisal dos dentes anteriores. Em seguida, retifica-se o fio sobre uma régua milimetrada e mede-se o valor, em milímetros, do espaço presente total.

Para a técnica do compasso de ponta seca a medição é feita, segundo Mucha e Bolognese(1985), dividindo-se o arco dentário em seis seções: do ponto de contato mesial do primeiro molar permanente até o ponto de contato mesial do primeiro pré-molar (ou primeiro molar decíduo); da mesial do primeiro pré-molar até distal do incisivo lateral; da distal do incisivo lateral até o ponto contato entre os incisivos centrais. Repete-se os mesmos pontos na outra hemi-arcada e a seguir cada segmento é transferido para uma ficha, onde o total é medido com uma régua milimetrada.

Alguns estudos sugerem a avaliação do espaço presente em quatro segmentos ao invés de seis. Segundo esses autores, um número maior de segmentos aumentaria a chance de introdução de erros de medida. Entretanto, os resultados existentes na literatura indicam que não há diferença significativa, clínica ou estatística, quando o canino é medido isoladamente (SIQUEIRA; TEMES; LIMA, 1997).

A técnica com paquímetro de *Boley* é a mesma utilizada com o compasso, porém, quando na utilização do paquímetro, a leitura é feita de forma direta no instrumento.

De acordo com Proffit (1993), a técnica de medição por segmentos apresenta maior fidelidade, sendo preferida em relação ao fio de latão. Dessa forma, deve-se preferir usar o paquímetro ao compasso de ponta seca por fornecer a medida

diretamente, eliminando uma etapa e diminuindo a possibilidade de erros (RUELLAS, 2002).

De acordo com Vellini (1998), a determinação do espaço requerido consiste na mensuração do diâmetro méσιο-distal dos dentes na altura do ponto de contato com compasso de ponta seca ou paquímetro de Boley ou paquímetro digital. Tais medidas são transferidas para a ficha cartão e a soma é feita com régua milimetrada.

Na dentadura mista o espaço presente é medido de forma idêntica à dentadura permanente. A variação está na forma de obter-se o espaço requerido, pois é necessário estimar as larguras méσιο-distais das coroas de caninos e pré-molares ainda não irrompidos. Segundo Moyers (1991), a análise da dentição mista ajuda a estimar a quantidade de espaço ou apinhamento que o paciente iria apresentar se todos os decíduos fossem substituídos pelos sucessores no dia em que a análise é feita. Este não prevê a quantidade de redução natural do perímetro que pode ocorrer durante o período de transição sem a perda dos dentes.

Os métodos existentes para a determinação do espaço requerido na dentição mista dividem-se basicamente em dois grupos:

- 1) Métodos baseados em correlação do tamanho dentário.
- 2) Métodos baseados em imagens radiográficas.

Métodos baseados em correlação do tamanho dentário estão baseados no princípio que pessoas com dentes grandes em uma região da boca tendem a ter o mesmo padrão nas demais regiões, ou seja, acreditam na contribuição dos fatores genéticos para a determinação do tamanho dentário. Geralmente utiliza-se os incisivos inferiores como referência para estabelecer a correlação com os demais dentes por estes serem os primeiros a irromper na dentadura mista, pela facilidade de medi-los com exatidão e também por estarem diretamente envolvidos na maioria dos problemas de falta de espaço. Os incisivos superiores têm pouco valor para predição por apresentarem muita variabilidade de tamanho, além de baixa correlação com outros grupos dentários (MOYERS, 1991).

O método de Moyers utiliza tabelas de probabilidade para a predição do tamanho de caninos e pré-molares a partir dos incisivos inferiores. Existem tabelas diferentes para dentes superiores e inferiores, mas nas duas usa-se o somatório dos dentes inferiores. O método foi criado tomando como referência crianças americanas brancas, podendo assim, não ser tão eficiente para outras populações. Normalmente

utiliza-se estimativa de 75% por este valor ser mais prático clinicamente. Sua sequência consiste na determinação do somatório dos diâmetros méso-distais dos quatro incisivos inferiores; a partir da soma dos incisivos, utiliza-se a tabela para prever o valor de caninos e pré-molares; na probabilidade de 75%; o valor encontrado na tabela corresponde à somatória dos diâmetros méso-distais de caninos e pré-molares de uma hemiarcada; para se determinar o espaço requerido, deve-se multiplicar o valor encontrado na tabela por 2 e somar aos incisivos inferiores para a arcada inferior ou adicionar o diâmetro méso-distal dos quatro incisivos superiores para determinação do espaço requerido superior.

Tanaka - Johnston (1974), elaboraram um método utilizando a soma dos diâmetros méso-distais de incisivos inferiores para prever a soma de caninos e pré-molares. Representa a simplificação do método de Moyers, não necessitando de tabelas e trabalha no nível de 75% de confiança. É considerada uma análise prática, precisa, de fácil memorização e rápida aplicação, que proporciona economia de tempo e pode ser aplicada na consulta inicial provendo de imediato informações substanciais sobre a discrepância dentária. Para sua determinação soma-se o diâmetro méso-distal dos quatro incisivo inferiores e aplica-se a seguinte fórmula:

$$\text{Para arco inferior: } \frac{(\text{Soma II} + 10,5) \times 2 + \text{Soma II}}{2}$$

$$\text{Para arco superior: } \frac{(\text{Soma II} + 11,0) \times 2 + \text{Soma IS}}{2}$$

Nance (1947), formulou um método baseado em radiografias periapicais para predição do diâmetro méso-distal dos dentes faltantes. Os dentes são medidos com compasso de ponta seca e a precisão depende da ausência de distorções radiográficas. Mede-se com o compasso de pontas secas o espaço presente, de mesial do primeiro molar permanente de um lado ao outro; o espaço requerido anterior é medido com compasso no maior diâmetro méso-distal dos incisivos inferiores. Na região posterior utiliza-se radiografias periapicais e com compasso de pontas secas mede-se o tamanho méso-distal dos caninos, primeiros e segundos pré-molares. No caso de dentes com giroversão, deve-se medir o homólogo e, se este apresentar dificuldade de medição também, deve-se usar os valores de Black.

Huckaba (1964), em seu método também fez uso de radiografias periapicais dos dentes não irrompidos. Preconiza uma simples regra de três para compensar as

distorções radiográficas e a magnificação da imagem. Parte do princípio que a distorção é a mesma para os decíduos em boca e os sucessores permanentes.

No método da telerradiografia de perfil em 45°, a obtenção da soma dos diâmetros méso-distais dos pré-molares e caninos permanentes é feita diretamente de duas tomadas radiográficas, uma do lado direito e outra do lado esquerdo. Este método tem como desvantagens a tendência à magnificação da imagem e o custo elevado, além de maior exposição de radiação X (SIQUEIRA; TEMES; LIMA, 1997).

No método da radiografia com tela milimetrada, as radiografias periapicais são obtidas utilizando-se filmes infantis com uma tela milimetrada justaposta à face do filme voltada para o feixe de Rx. São feitas duas tomadas por hemi-arco e com compasso de ponta seca mede-se a distância de duas linhas consecutivas no Rx e este será o fator de correção. O valor do diâmetro méso-distal no Rx multiplicado pelo fator de correção determina o valor estimado do dente não irrompido (RUELLAS,2002).

Com os avanços tecnológicos tornou-se possível fazer a representação digital tridimensional da anatomia do paciente. As reconstruções multiplanares e volumétricas a partir de tomografias computadorizadas e programas computacionais permitem a realização de diagnósticos mais precisos, assim como mensurações digitais lineares e angulares (HATCHER; ABOUDARA, 2004).

A tomografia computadorizada convencional (TC) é um método de diagnóstico por imagem que evidencia as relações estruturais em profundidade, mostrando as estruturas do corpo humano em camadas, principalmente os tecidos mineralizados, permitindo a delimitação de irregularidades tridimensionalmente. (GARIB *et al.*, 2007). Foi desenvolvida inicialmente para o uso da medicina na digitalização completa do corpo, em uma alta velocidade para minimizar artefatos causados por movimentos do coração, pulmões e intestinos (SUKOVIC, 2003).

Esse exame tornou-se essencial na odontologia como uma ferramenta para aperfeiçoar o diagnóstico e plano de tratamento, provendo informações para diagnósticos difíceis de serem adquiridos por meio das radiografias convencionais, principalmente, na implantodontia e cirurgia buco-maxilo-facial. (WINTER *et al.*,2005; CEVIDANES, STYNER, PROFFIT, 2006).

Apesar das grandes vantagens diagnósticas, a dose de radiação absorvida pelo paciente, a complexidade dos tomógrafos e o alto custo limitavam a indicação do exame (MOZZO *et al.*, 1998; SUKOVIC, 2003; SILVA *et al.*, 2008).

Os tomógrafos computadorizados convencionais eram grandes, caros e não se adaptam nas instalações de um consultório odontológico. O advento tecnológico da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) representou o desenvolvimento de um tomógrafo menor e mais barato, indicado para a região dento-maxilo-facial (SUKOVIC, 2003).

A TCFC foi desenvolvida para suprir algumas das limitações da TC (HALAZONETIS, 2005). Duas grandes diferenças distinguem a TCFC da TC:

- 1) O tipo de fonte detectora de imagem.
- 2) O método de aquisição dos dados.

A fonte de raios-X para TC é um gerador de ânodos com potente emissão rotatória, enquanto que para TCFC pode ser um tubo de ânodo fixo de baixa energia semelhante ao usado nos aparelhos de radiografia panorâmica.

A TC emite um feixe de raios-X colimado em forma de leque, direcionado a um anel com diversos detectores, durante o exame o emissor de raios-x gira dentro de um anel estacionário de receptores dispostos em um arranjo de 360° em torno do paciente. A tecnologia da TCFC utiliza um feixe de raios X cônico com um intensificador de imagem e um sólido sensor ou uma placa amorfa de silício para a captura da imagem (MOZZO *et. al.*, 1998). É compacto e geralmente o paciente é posicionado sentado, entre dois componentes que são situados em extremos opostos da cabeça. A fonte de raio-X realiza somente um giro de 360° ao redor da cabeça do paciente e o tempo do exame dura de 10 a 70 segundos com tempo de exposição efetiva do raio-X de 3 a 6 segundos (SUKOVIC, 2003).

A tecnologia de feixe cônico utiliza os raios X mais eficientemente, requer menos energia elétrica e permite o uso de componentes de raios X menores e mais baratos do que os utilizados nos tomógrafos convencionais. Essa tecnologia oferece vantagens na redução do custo, pois não utiliza um mecanismo adicional para mover o paciente na aquisição da imagem e o uso do feixe cônico é mais centrado espalhando menos radiação. Isto aumenta significativamente a utilização de raios-X e reduz o uso energético do tubo de raios-X para a digitalização volumétrica (SUKOVIC, 2003).

A dose de radiação para o paciente com o uso da tomografia computadorizada com feixe cônico é significativamente menor que a da tomografia computadorizada convencional (NAKAJIMA *et. al.*, 2005; SWENNEN; SCHUTYSER, 2006; SILVA *et. al.*, 2008). As doses são de 4 a 15 vezes maiores do que as doses

de radiografias panorâmicas e 40% inferior ao da tomografia computadorizada convencional (SCARFE; FARMAN; SUKOVIC, 2006). No entanto, a avaliação ortodôntica com a tomografia computadorizada de feixe cônico deve seguir o princípio de ALARA "doses de radiação tão baixas quanto razoavelmente possível" (SILVA *et. al.*, 2008).

A principal vantagem da TCFC é a funcionalidade de navegar através de imagens volumétricas em fatias ortogonais (visões axial, lateral e ântero-posterior), ao invés de uma análise plana. A imagem volumétrica é formada a partir de mais de 300 cortes axiais. O primeiro passo é a conversão da imagem digitalizada para o formato DICOM (*Digital imaging and communication in Medicine*), que permite a segmentação das estruturas anatômicas, este processo é que define as formas das estruturas. Após esta etapa, é criada de forma automática uma imagem conforme o modelo tridimensional que se encontra no computador, permitindo a aproximação, a rotação e a planificação da imagem real (CEVIDANES, STYNER, PROFFIT, 2006).

Outra grande vantagem da tomografia odontológica é que os programas que executam a reconstrução das imagens podem ser instalados em computadores convencionais, e não necessitam de uma *Workstation* como a TC tradicional. Desta maneira, se o profissional possuir o *software* específico instalado em seu computador pessoal, ficará apto a manipular as imagens tridimensionais, segundo a sua conveniência, assim como mostrá-la em tempo real aos pacientes (GARIB *et. al.*, 2007).

Os programas de TCFC permitem a visualização de imagens axiais, coronais, sagitais e oblíquas, assim como a reconstrução tridimensional. Adicionalmente, o programa permite gerar imagens bidimensionais, réplicas das radiografias convencionais, como a panorâmica e as telerradiografias em norma lateral e frontal, e a reconstrução multiplanar em volume. Pode-se gerar uma imagem que representa o volume específico do paciente (MAKI *et.al.*, 2003).

Através destas ferramentas podem-se remover camadas de tecidos moles e mineralizados, e visualizar a anatomia, nunca evidenciada nos exames radiológicos (HATCHER; ABOUDARA, 2003).

A tomografia computadorizada de feixe cônico provê ao ortodontista a capacidade de, em apenas um exame, obter todas as imagens convencionais em 2D que compõem a documentação ortodôntica, somadas à visão tridimensional detalhada das estruturas dentofaciais (GARIB *et. al.*, 2007).

Pela metade da década de 90, tecnologias de digitalização de imagens foram capazes de criar modelos tridimensionais (REDMOND, 2001). Desde então, o aprimoramento de equipamentos e programas computacionais tem reduzido o custo e difundido a utilização de modelos virtuais (MAH, 2007).

Os modelos de gesso têm sido usados na ortodontia por mais de 100 anos. Novos softwares são capazes de reconstruir virtualmente os modelos de estudo sem a necessidade da impressão de alginato, que parecem ser um dos aspectos mais indesejáveis dos pacientes ortodônticos. Os dados da tomografia computadorizada de feixe cônico podem ser usados na construção de modelos virtuais sem a necessidade da impressão de alginato (MAH,2007). Os modelos virtuais podem ser construídos com ou sem as raízes dentárias. A presença das raízes proporciona uma vantagem a mais que os modelos de gesso, que apresentam apenas as coroas dentárias. Essa imagem reproduz os dados do modelo de gesso, registrando o tamanho e a morfologia dentária, a forma da arcada e a relação entre os maxilares. Ainda, pode-se estudar e fazer mensurações no computador, dependendo do software utilizado.

Os equipamentos atuais de TCFC fornecem a visualização tridimensional de relações específicas entre a dentição e as estruturas faciais (MAH, 2007).

Estudos comparando modelos digitais com modelos de gesso mostraram equivalência de precisão no diagnóstico (LEIFERT *et. al.*, 2009).

Zilberman (2003) e Rheude *et. al.*, (2005) compararam medidas dentárias lineares obtidas do modelo de gesso e do modelo digital, tendo encontrado diferença estatisticamente significativa entre as mensurações dos modelos de gesso e digital, mas concluíram que a diferença clínica era insignificante. Assim como, Tomassetti *et. al.*, (2001) que realizaram a análise de Bolton nos modelos de gesso e digitais e não encontraram diferença estatisticamente significativa.

Ludlow *et. al.*, (2007) utilizaram para este estudo imagens de TCFC de 28 crânios secos posicionados de forma ideal, rotados e inclinados, para avaliar a precisão da anatomia mandibular. Foram analisadas imagens bi e tridimensionais. Os autores concluíram que ambas as imagens possuíam precisão na mensuração da anatomia mandibular. E as medidas feitas a partir das TCFC não foram significativamente influenciadas pela orientação do crânio durante a aquisição da imagem.

Kobayashi *et. al.*, (2004) avaliaram a precisão de distâncias lineares na estrutura óssea mandibular em imagens geradas a partir dos dados da TCFC de cinco cadáveres com mandíbulas edêntulas. O estudo sugere que as distâncias podem ser avaliadas de forma precisa.

Periago *et. al.*, (2008) avaliaram a precisão das medidas lineares das reconstruções tridimensionais, geradas pelo programa *Dolphin 3D Imaging*, feitas a partir dos dados da TCFC em crânios secos. Foi detectada diferença estatisticamente significativa em dois terços das medidas, porém a diferença absoluta não apresentou relevância clínica.

Kumar *et al.*, (2008) compararam medidas cefalométricas lineares e angulares de 31 telerradiografias de perfil construídas a partir dos dados da TCFC, importados para o programa *Dolphin 3D Imaging*, com as 31 telerradiografias convencionais dos mesmos pacientes. No estudo observaram que as medidas feitas a partir das imagens da TCFC foram similares às imagens radiográficas convencionais. Nos casos de dúvida da marcação de um ponto, a imagem da TCFC promoveu melhores recursos na localização do ponto. Além disso, imagens radiográficas podem ser evitadas quando a TCFC for adquirida para diagnóstico ortodôntico.

Leifert *et. al.*, (2009) compararam medidas mesio-distais da arcada superior e inferior (comprimento do arco) de 25 modelos de gesso com respectivos modelos digitais. Observaram que o modelo digital quando comparado com o modelo de gesso apresentou diferença estatisticamente significativa nas medidas maxilares, na mandíbula não houve diferença estatisticamente significativa. Concluíram que a precisão do software utilizado na avaliação do comprimento das arcadas é clinicamente aceitável e assim substituindo as análises em modelo de gesso.

Baumgaertel *et. al.*, (2009) realizaram uma tomada de TCFC em 30 crânios secos e logo a reconstrução tridimensional da dentição. Compararam os valores do trespasse horizontal, trespasse vertical, distância intermolar e intercanina superior e inferior, espaço presente, espaço requerido dos crânios com suas respectivas reconstruções tridimensionais. Constataram que as medidas das reconstruções tridimensionais podem ser usadas nas análises quantitativas. Porém, apresentaram valores estatisticamente significativos menores em relação aos dos crânios secos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 LOCAL DA REALIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada na Clínica de Especialização de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da UFRGS.

3.2 POPULAÇÃO ESTUDADA

Foi estudada a documentação ortodôntica dos pacientes em tratamento ortodôntico, composta de prontuário e exames iniciais ao tratamento, de ambos os gêneros, com idade variando entre 06 anos 02 meses e 12 anos 02 meses, além dos modelos de gesso de estudo e a tomografia computadorizada de feixe cônico para a realização das reconstruções tridimensionais.

3.3 TAMANHO E SELEÇÃO DA AMOSTRA

A amostra foi de 30 indivíduos, de acordo com os critérios de inclusão do trabalho.

3.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Os critérios para a inclusão dos participantes foram:

- 1) paciente no estágio de dentição mista, com os incisivos inferiores permanentes erupcionados;
- 2) presença de todos os germes dentários permanentes, exceto 3º molares;
- 3) documentação ortodôntica inicial constando de tomografia computadorizada de feixe cônico da cabeça e modelos de estudo.

3.5 REALIZAÇÃO DAS TOMOGRAFIAS

As tomografias computadorizadas de feixe cônico deste estudo foram adquiridas usando o sistema i-CAT (*Imaging Sciences Internacional, Hatfield, Pa*). Os dados da tomografia computadorizada de feixe cônico foram exportados de um software *Xorancat* em formato *DICOM* e importado no programa computacional *Dolphin Imaging*, utilizando-se a função *3D (version 10.5, Dolphin Imaging, Chatsworth, CA)*, no computador. Todas as reconstruções tridimensionais e medidas foram realizadas em um monitor *plug and play, wide screen*, de 19

polegadas, colorido, resolução de 1440 x 900 pixels na frequência de 60 Hz, operando em 32 bit.

As reconstruções foram geradas automaticamente pelo programa (Figura 1A e 1B). Os pontos foram localizados e marcados manualmente na imagem tridimensional.

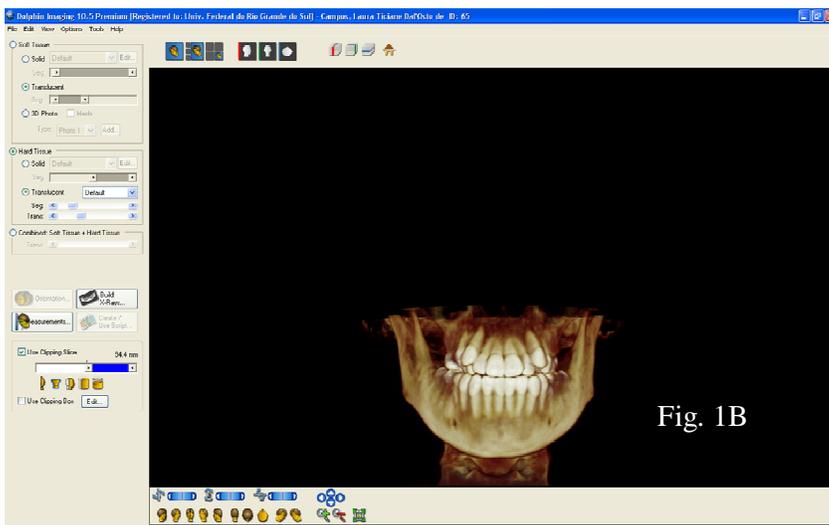
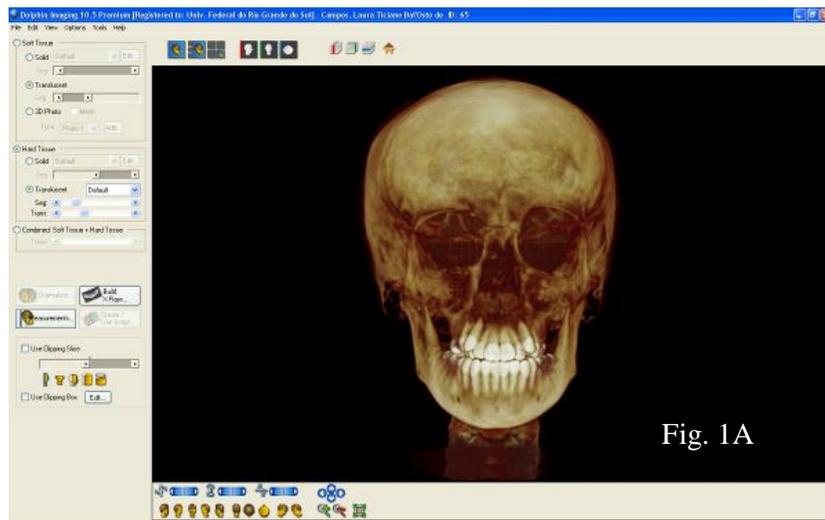


Figura 1A e 1B. Reconstruções tridimensionais geradas a partir do programa Dolphin 3D (versão 10.5 (Dolphin Imaging, Chatsworth, CA).

3.6 CALIBRAGEM

3.6.1 Período de treinamento

A aluna examinadora foi esclarecida e nivelada quanto à definição e marcação dos pontos, com o professor orientador.

3.6.2 Calibragem intraexaminador

A aluna examinadora fez as marcações dos pontos dentários necessários para a realização da discrepância de modelos em 12 modelos de gesso e em 12 reconstruções tridimensionais não pertencentes à amostra deste estudo. Em um intervalo de 15 dias, as marcações foram repetidas. Os resultados dos dois momentos de medições serão avaliados pelo Índice de Concordância para verificar a reprodutibilidade intraexaminador. O valor mínimo aceito foi de 80% de concordância.

3.7 PROCEDIMENTOS DE LEVANTAMENTO

3.7.1 Técnica cega

A examinadora fez as medições, de forma cega em todos os modelos e reconstruções tridimensionais.

3.7.2 Padronização do método de exame nos modelos de gesso

A determinação do espaço presente no modelo de gesso foi realizada com a técnica do paquímetro digital (Figura 2), onde a medição foi feita dividindo o arco dentário em seis seções: do ponto de contato mesial do primeiro molar inferior permanente até o ponto de contato mesial do primeiro pré-molar inferior (ou primeiro molar inferior decíduo) (Figura 3A); da mesial do primeiro pré-molar inferior até distal do incisivo lateral inferior permanente (Figura 3B); da distal do incisivo lateral inferior permanente até o ponto contato entre os incisivos centrais inferiores permanentes (Figura 3C). Para a obtenção das outras três medidas, adotou-se o mesmo procedimento no lado oposto. As seis medidas foram visualizadas no paquímetro e somadas para a obtenção do valor do espaço presente da arcada dentária.

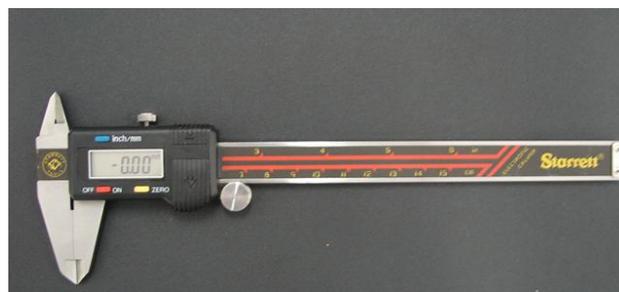
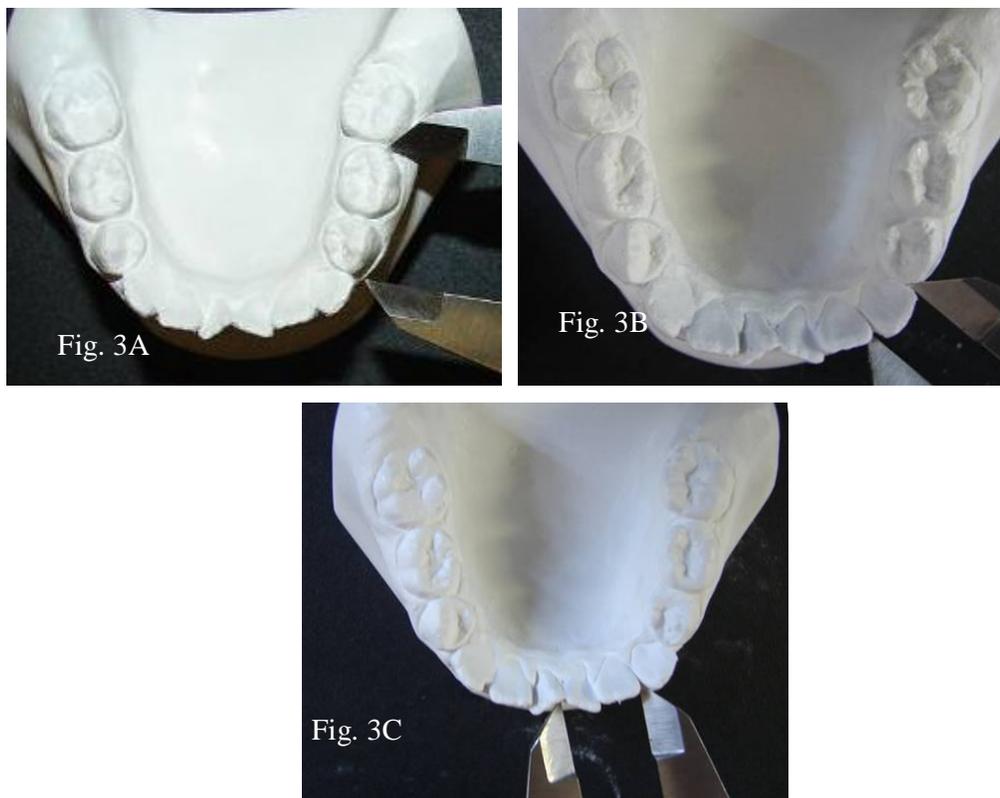


Figura 2. Paquímetro digital marca Starrett 0 – 150 mm.



Figuras 3A, 3B e 3C. Uso do paquímetro digital para mensuração do espaço presente no modelo de gesso.

Para a obtenção do espaço requerido no modelo de gesso foi utilizado o método de Tanaka - Johnston para predição do tamanho dos dentes não erupcionados. Para sua determinação somou-se o diâmetro méso-distal dos quatro incisivo inferiores, na altura do ponto de contato com o paquímetro digital, e aplicou-se a seguinte fórmula:

$$\text{Para arco inferior: } \frac{(\text{Soma II} + 10,5) \times 2 + \text{Soma II}}{2}$$

$$\text{Para arco superior: } \frac{(\text{Soma II} + 11,0) \times 2 + \text{Soma IS}}{2}$$

As medidas obtidas a partir do modelo de gesso foram consideradas padrão para as comparações.

3.7.3 Padronização do método de exame nas reconstruções tridimensionais

A reconstrução da cabeça deve ser posicionada com o plano de Frankfurt paralelo ao solo. A mensuração do espaço presente na reconstrução tridimensional foi realizada marcando-se os mesmos pontos dentários da marcação do modelo de

gesso na imagem da reconstrução. (Figura 4A e 4B). O dente que estava sendo marcado devia estar com sua face vestibular para a examinadora, durante a etapa de marcação dos pontos.

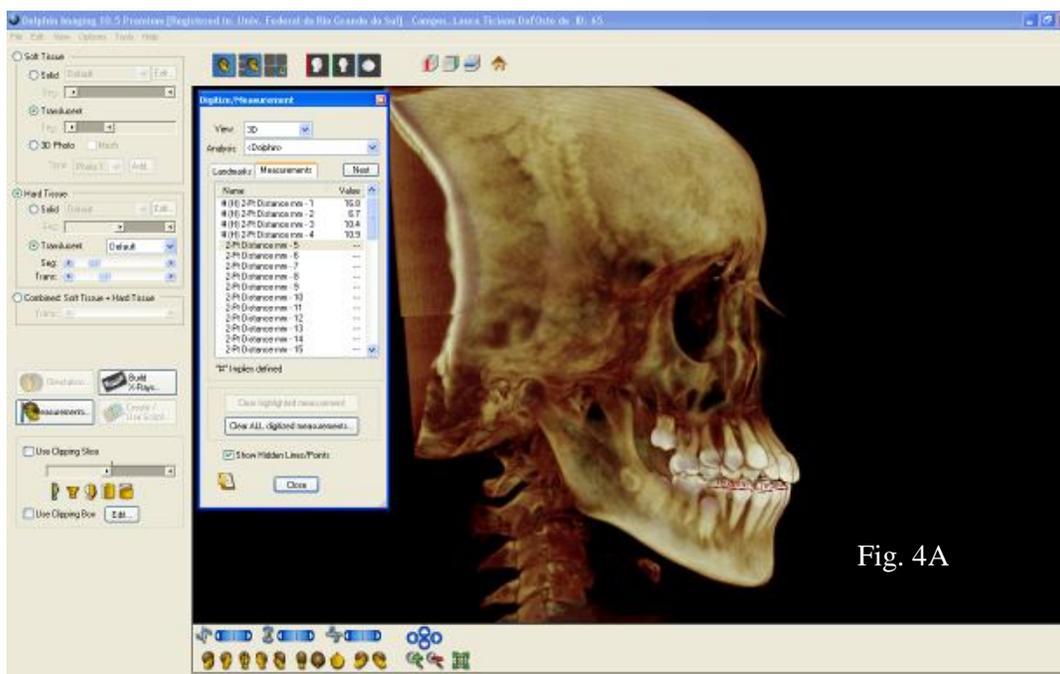


Fig. 4A

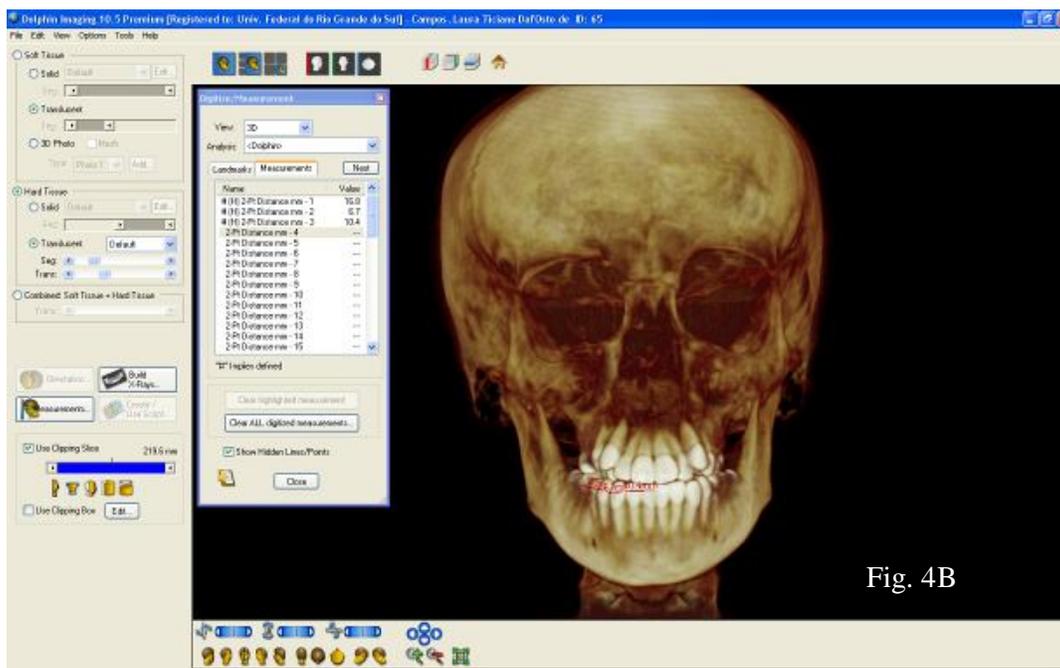
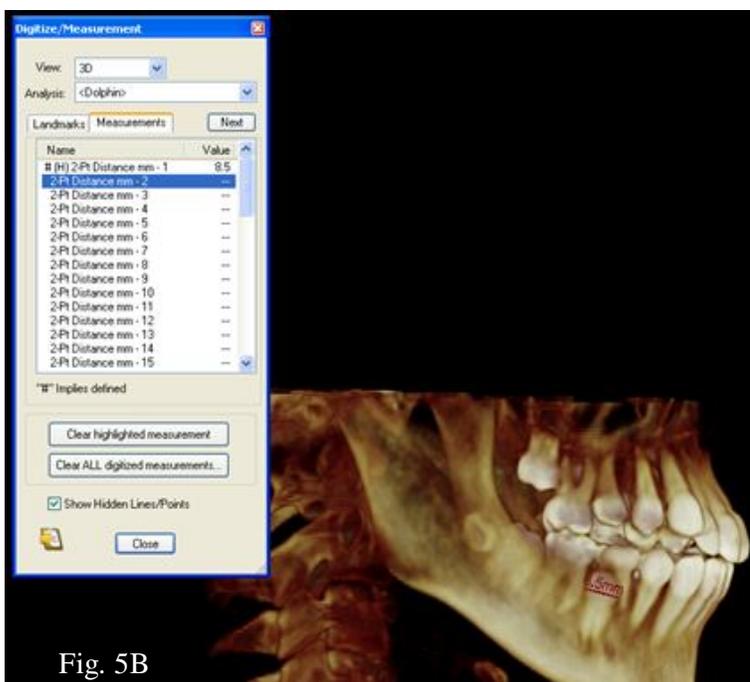
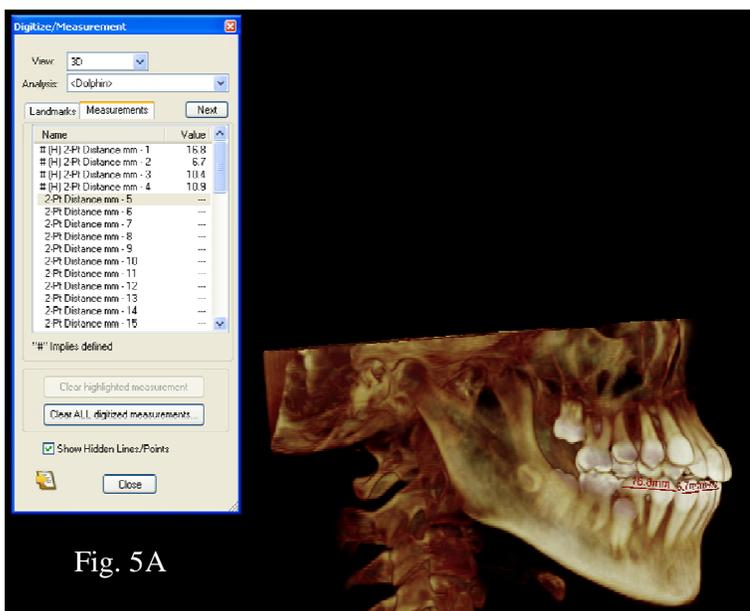


Fig. 4B

Figuras 4A e 4B. Marcação do espaço presente na reconstrução tridimensional gerado pelo programa Dolphin 3D (versão 10.5 (Dolphin Imaging, Chatsworth, CA).

O espaço requerido na reconstrução tridimensional foi mensurado pela marcação de pontos no maior diâmetro mésio-distal dos dentes permanentes na altura do ponto de contato e o programa forneceu os valores individuais destas marcações (Figuras 5A e 5B).



Figuras 5A e 5B. Marcação de pontos nos diâmetro mésio-distal dos dentes na altura do ponto de contato.

Em casos de dentes com giro-versão a imagem foi girada e manipulada com a ferramenta *clipping slice*, para permitir sua mensuração méσιο-distal (Figura 6).

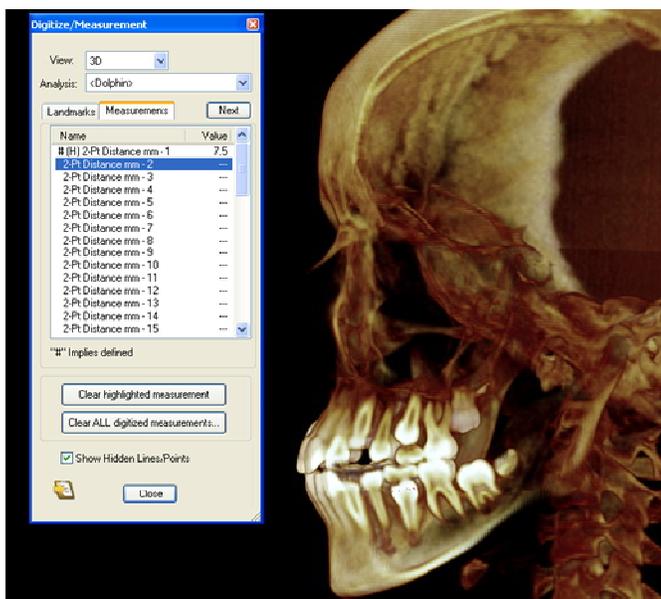


Figura 6. Marcação de pontos nos diâmetro méσιο-distal dos dentes com giro-versão.

3.7.4 Registro dos dados

A versão do programa *Dolphin 3D Imaging* utilizada nesta pesquisa não permitia que fossem registradas no programa as marcações realizadas. Desta forma, os dados obtidos foram registrados em uma tabela específica para cada método, desenvolvida para essa finalidade, utilizando o Programa Excell® (Apêndice 1 e 2).

3.8 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Foram utilizadas documentações ortodônticas do arquivo de pacientes que encontram-se tratamento ortodôntico na UFRGS. Desta forma, nenhum paciente foi submetido ao exame tomográfico com a finalidade de pesquisa. Foi garantido o anonimato dos pacientes envolvidos na pesquisa e os resultados foram expressos através de divulgação científica.

A presente pesquisa foi submetida à Comissão de Pesquisas e ao Comitê de Ética em Pesquisas da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

3.9 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A análise estatística deste trabalho foi realizada através de tabelas, gráficos e estatísticas descritivas (média e desvio-padrão) e alguns testes estatísticos destacados a seguir.

Para a comparação entre as duas medições realizadas 1ª medição e 2ª medição, por se tratarem de dados pareados, utilizaram-se o teste de comparações t-student para amostras pareadas. Este mesmo teste foi realizado para a comparação das medidas Modelo e *Dolphin*.

Os resultados foram considerados significativos a um nível de significância máximo de 5% e para o processamento e análise destes dados foi utilizado o software estatístico “*Statistical Package for the Social Sciences*” (versão 10, SPSS, Chicago, Ill).

4 RESULTADOS

Verificou-se através do teste t-student para amostras pareadas que não existe diferença significativa entre as duas medições realizadas, indicando confiabilidade nos resultados das medidas (Tabela1).

Tabela 1. Comparação entre as medições realizadas: Estudo do Erro (n = 12)

Comparação	Média	Desvio-padrão	T	p
Modelo Espaço Presente				
Medição 1	72,36	4,05	0,266	0,795
Medição 2	72,35	4,04		
Modelo Espaço Requerido				
Medição 1	68,85	2,39	0,561	0,586
Medição 2	68,87	2,39		
Modelo DC				
Medição 1	3,48	3,40	0,290	0,777
Medição 2	3,48	3,41		
Dolphin Espaço Presente				
Medição 1	73,06	4,04	0,283	0,782
Medição 2	73,08	4,06		
Dolphin Espaço Requerido				
Medição 1	69,04	2,11	0,134	0,896
Medição 2	69,05	2,15		
Dolphin DC				
Medição 1	4,02	3,26	0,150	0,884
Medição 2	4,03	3,20		

As medições realizadas nas reconstruções através de tomografias apresentaram diferenças estatisticamente significativas para as variáveis EP e ER em relação aos valores obtidos nos modelos. Porém, as medidas da variável discrepância de modelos foram maiores que estas medidas realizadas nas reconstruções (Tabela 2).

Tabela 2. Comparação entre os valores Modelo e Dolphin (n = 30)

Variável	Comparação	Média	Desvio-padrão	Diferença		
				Média	T	p
Espaço Presente	Modelo	72,45	4,28	0,81	3,188	0,003
	Dolphin	71,64	4,29			
Espaço Requerido	Modelo	69,18	1,98	0,57	8,586	0,000
	Dolphin	68,61	2,30			
DC	Modelo	3,27	4,00	0,24	1,545	0,133
	Dolphin	3,03	4,27			

* Diferença Média = Média das diferenças entre Dolphin - Modelo

Os valores do Espaço Presente e Espaço Requerido medidos nos modelos de gesso nas reconstruções a partir das tomografias diferiram, sendo os valores de Espaço Presente maiores que os de Espaço Requerido. As medições nos modelo esta diferença média do espaço requerido para o presente foi de 3,27 mm e para as reconstruções foi de 3,03 mm (Tabela 3).

Tabela 3. Comparação entre os valores Espaço Presente e Espaço Requerido

Variável	Comparação	Média	Desvio- padrão	Diferença		
				Média	t	p
Modelo	Espaço Presente	72,45	4,28	3,27	4,477	0,000
	Espaço Requerido	69,18	1,98			
Dolphin	Espaço Presente	71,64	4,29	3,03	3,880	0,001
	Espaço Requerido	68,61	2,30			

Gráfico 1. Comparação entre os valores Espaço Presente e Espaço Requerido: Medições no modelo por paciente.

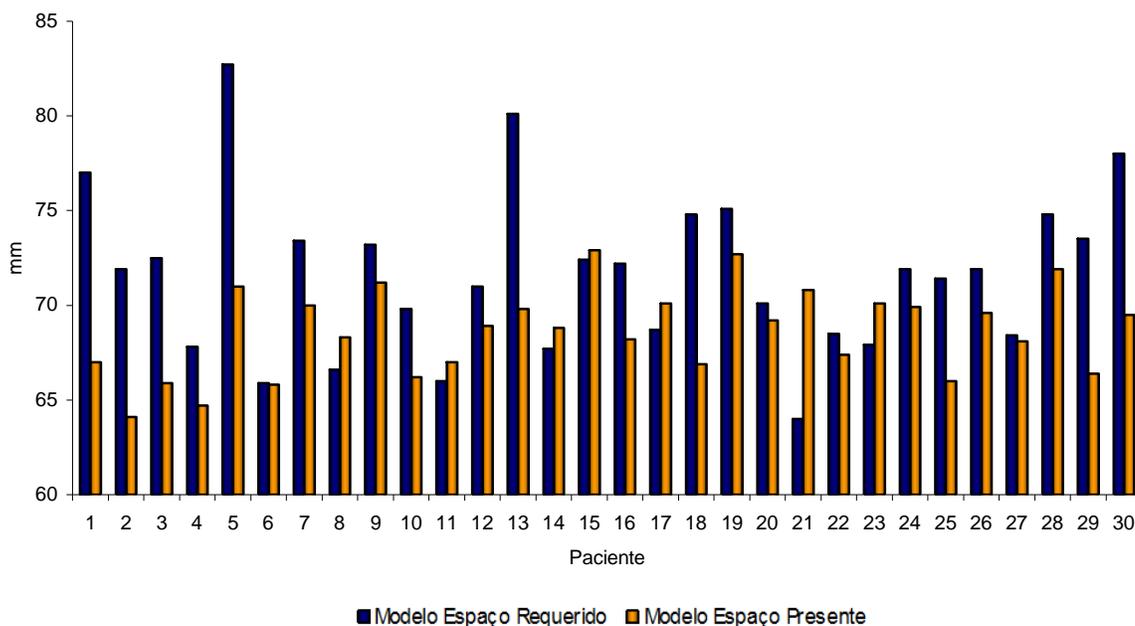
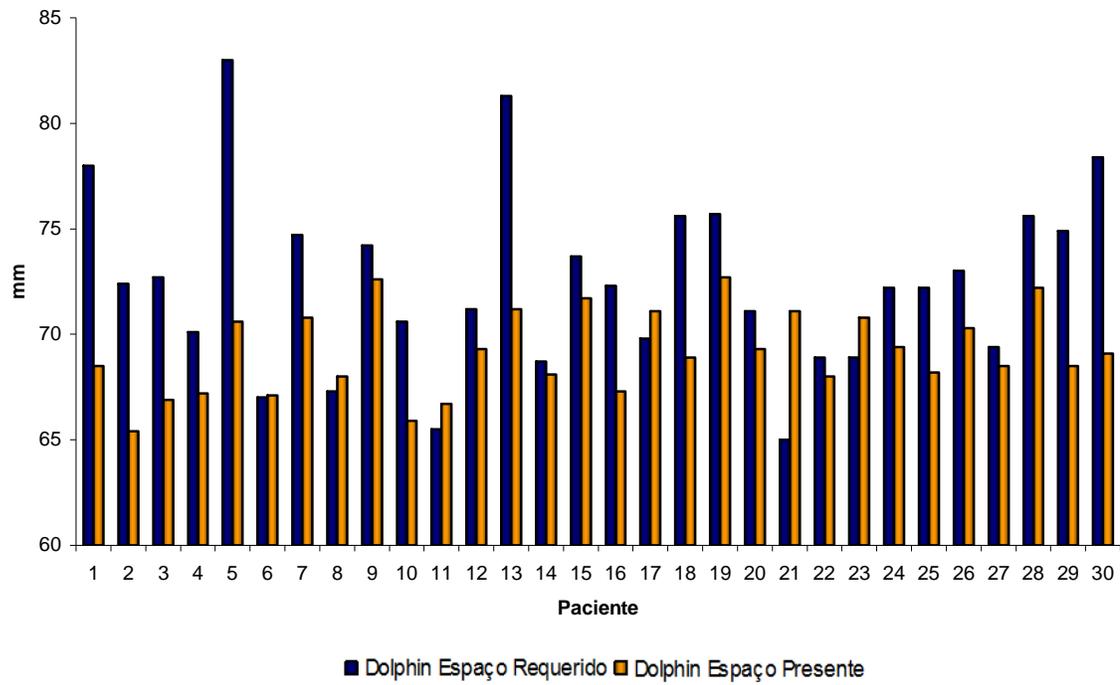


Gráfico 2. Comparação entre os valores Espaço Presente e Espaço Requerido: Medições nas reconstruções por paciente.



5 DISCUSSÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a aplicabilidade clínica da diferença entre as medidas do espaço presente e requerido das reconstruções tridimensionais em pacientes na fase de dentição mista. As mesmas medidas realizadas no modelo de gesso com o paquímetro digital foram feitas na reconstrução volumétrica digital utilizando ferramentas computacionais.

Vários autores (PERIAGO *et al.*, 2008; KUMAR *et al.*, 2008; BAUMGAERTEL *et al.*, 2009) validaram a utilização clínica das reconstruções volumétricas, assim como este estudo.

Os resultados das medidas do espaço presente e requerido foram semelhantes entre os modelos de gesso e a reconstrução volumétrica digital (Tabela 1). Porém, estatisticamente foi constatada uma diferença significativa nas medidas do espaço presente e requerido, mas com pouca relevância clínica uma vez que a diferença da média entre essas medidas no modelo de gesso e na reconstrução volumétrica foi de 0,81mm para o espaço presente e de 0,57 mm para o espaço requerido (Tabela 2). Conclusão semelhante ao do trabalho de Baumgaertel *et al.*, (2009) em crânios secos, que encontraram uma diferença da média de 1,34 mm para o espaço requerido inferior e de 1,05 mm para o espaço presente inferior.

Ao analisar os valores das medidas podemos salientar que as maiores diferenças entre o espaço presente no modelo de gesso e no modelo volumétrico foram de 2,3 mm e 1,4mm e as menores diferenças foram de 0,1mm e 0,2 mm. Já, no espaço requerido, as maiores diferenças foram de 2,5 mm e 2,2 mm e as menores diferenças foram de 0,1 mm e 0,3 mm. Ao observar os valores das discrepâncias as maiores diferenças foram de 2,5 mm e 1,7 mm e as menores diferenças foram de 0,1 mm e 0,2 mm (Gráfico 1 e 2). Observando as medidas notou-se que as maiores diferenças foram no espaço requerido, apesar do mesmo ter apresentado uma diferença média inferior ao espaço presente. Uma possível justificativa para isto pode ser a utilização do método de predição de Tanaka – Johnston, para prever a soma de caninos e pré-molares não erupcionados, que tem um nível de confiança de 75%.

A avaliação da discrepância do volume ósseo x dentário não apresentou diferença estatisticamente significativa nos resultados, sendo que a diferença da

média entre o modelo de gesso e a reconstrução volumétrica foi de 0,24mm (Tabela 2).

Como a diferença da discrepância de modelo não foi estatisticamente significativa podemos sugerir que existe um erro sistemático que pode ser ocasionado pelo programa em várias etapas, desde a reconstrução da imagem até a marcação dos pontos.

Segundo Periago *et. al.* (2008), a precisão da medição de distâncias entre os pontos das reconstruções volumétricas de pacientes podem ser afetados por uma redução na qualidade da imagem devido à atenuação de partes moles, artefatos metálicos e movimentação do paciente. A variação do protocolo de digitalização da TCFC, como o tamanho do voxel e o número de bases na projeção da imagem também podem influenciar na precisão das mensurações. Assim, pode-se esperar que a precisão dimensional das medições volumétricas fosse um pouco menor do que nos dados provenientes diretamente dos pacientes.

De acordo com Baumgaertel *et. al.*, (2009) uma possível explicação para um erro sistemático nas medidas do software em seu estudo poderia ser a escala das unidades de medida do programa computacional. Sendo o *voxel* a menor unidade de volume gerada pelo processo de digitalização, o software poderia ter definido o centro do volume para a marcação do ponto. Assim, seria medido a distância entre os pontos médios dos voxels, sendo incluídos apenas metade dos *voxels* nas medidas em ambos os lados. Esta diferença torna-se significativa em pequenas estruturas, como na análise da discrepância.

Zilberman *et. al.*, (2003) e Leifert *et. al.*, (2009) demonstraram que a validade das medições do comprimento do arco pode ser dificultada pela seleção dos pontos no modelo digital, quando existir apinhamento, rotações, inclinações alteradas, ou variações anatômicas.

Leifert *et. al.*, (2009) sugeriram que alguns fatores podem ter influenciado na diferença entre os valores das medidas do modelo de gesso e do digital em seu trabalho. O fator de expansão do modelo de gesso, a estabilidade da impressão do alginato até o momento em que é vazado. Além disso, o modelo digital é um verdadeiro modelo tridimensional, porém a imagem é visualizada apenas bidimensionalmente. A identificação de pontos, eixos, inclinações, planos se torna mais complicado e menos confiáveis com imagens bidimensionais. A interpretação e

identificação de pontos são mais difíceis e um tanto subjetivos, quando se usam imagens bidimensionais para calcular o comprimento do arco.

Da mesma forma entendemos que no presente estudo também deve ter existido a subjetividade na identificação dos pontos pela técnica do paquímetro digital sobre o modelo de gesso para o cálculo do comprimento do arco.

Assim, pela subjetividade de ambas as técnicas de avaliação do comprimento do arco justifica-se a importância da calibragem e o domínio do programa computacional *Dolphin 3D Imaging* pelo examinador.

Uma limitação encontrada neste software foi a dificuldade de visualizar os dentes ântero-inferiores nos casos de mordida profunda. Não existe uma função no programa que permita a separação da mandíbula e da maxila para análise isolada. É possível seccionar a imagem de forma excludente nos planos horizontal, vertical e transversal, porém não elimina a sobreposição das estruturas. A reconstrução da cabeça pode ser posicionada de acordo com a orientação desejada, porém as secções acontecem de acordo com a posição da cabeça durante a aquisição da imagem.

Embora estas reconstruções volumétricas mostraram-se adequadas e precisas para o diagnóstico clínico da discrepância de modelo, sugerimos novos estudos para aperfeiçoamento do método.

6 CONCLUSÃO

A partir da diferença entre os valores medidos para o espaço presente, espaço requerido e discrepância nos modelos de gesso e nas reconstruções tridimensionais constatou-se que a precisão do *software Dolphin 3-D Imaging*, para avaliação da discrepância do volume ósseo x dentário foi clinicamente aceitável e a reprodutibilidade foi confiável quando comparada com as técnicas de análise dos modelos de gesso das arcadas dentárias.

Estudos futuros são indicados para verificar os erros sistemáticos provenientes do programa computacional e avaliar outras análises.

REFERÊNCIAS

ARNETT, G. W.; MCLAUGHLIN, R. P. Obtenção dos registros – base para o sucesso dos tratamentos. In: _____ **Planejamento Facial e Dentário para Ortodontistas e Cirurgiões Bucomaxilofaciais**: ed. Artes médicas. São Paulo, 2004. Cap. 4. p. 93-117.

BAUMGAERTEL, S.; PALOMO, J. M.; PALOMO, L.; HANS, M. G. Reliability and accuracy of cone-beam computed tomography dental measurements. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 136, nº. 1, p. 19-28, July. 2009.

CEVIDANES, L. H. S., STYNER, M. A., PROFFIT, W. R. Image analysis and superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 129, n. 5, p. 611-18, May. 2006.

GARIB, D. G.; RAYMUNDO JR. R.; RAYMUNDO, M. V.; RAYMUNDO, D. V.; FERREIRA, S. N. Tomografia computadorizada de feixe cônico (cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. **R. Dental Press Ortodon. Ortop. Facial**, Maringá, v. 12, n. 2, p. 139-156, mar./abr. 2007.

GUIDO, A. T. et al. Avaliação comparativa entre dois métodos de medição do diâmetro dentário. **R. Dental Press Ortodon. Ortop. Facial**, Maringá, v. 7, n. 1, p. 51-55, jan./fev. 2002.

HALAZONETIS, D. J. From 2-dimensional cephalograms to 3-dimensional computed tomography scans. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St Louis, v. 127, nº. 5, p. 627-37, May. 2005.

HAN, U. Consistency of orthodontic treatment decisions relative to diagnostic records. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St Louis, v.100, nº. 3, p. 212–219, Sep. 1991.

HATCHER, D. C; ABOUDARA C. L. Diagnosis goes digital. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 125, nº. 4, p. 512-5, Apr. 2004.

HUCKABA, G. W. Arch size analysis and tooth size prediction. **Dent. Clin. North Am.**, Philadelphia, v. 11, n. 2, p. 431-440, July. 1964.

KOBAYASHI, K.; SHIMODA, S.; NAKAGAWA, Y.; YAMAMOTO, A. Accuracy in Measurement of Distance Using Limited Cone-Beam Computerized Tomography. **Int. J. Oral Maxillofac. Implants**, v. 19, n. 2, p. 228–231, 2004.

KUMAR, V.; LUDLOW, J.; CEVIDANES, L. H. S.; MOL, A. In Vivo Comparison of Conventional and Cone Beam CT Synthesized Cephalograms. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 78, nº. 5, p. 873-879, Sep. 2008.

LEIFERT, M. F. LEIFERT, M. M.; EFSTRATIADIS, S. S.; CANGIALOSI, T. J. Comparison of space analysis evaluations with digital models and plaster dental casts. **Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.**, St. Louis, v. 136, nº. 1, p. 16.e1-16.e4, July. 2009.

LUDLOW, J. B.; LASTER, W. S.; SEE, M.; BAILEY, T. J.; HERSHEY, H. G. Accuracy of measurements of mandibular anatomy in cone beam computed tomography images. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, New York, v.103, nº 4, p. 534-542, Apr. 2007.

MAH, J. The evolution of digital study models. **J. Clin. Orthod.**, New York, v. 41, n. 9, p. 557-561, Sep. 2007.

MAKI K; INOU N.; TAKANISHI A.; MILLER A. J. Computer-assisted simulations in orthodontic diagnosis and the application of a new cone beam X-ray computed tomography. **Orthod. Craniofacial Res.**, Oxford, v. 6, suppl. 1, p. 95–101. 2003.

MOYERS, R. E. Análise da dentição e oclusão. In:_____. **Ortodontia**, Ed.4, Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1991. Cap. 11, p.187-203.

MOZZO, P.; PROCACCI, C.; TACCONI, A.; MARTINI, P. T.; ANDREIS, I. A. B. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. **Eur. Radiol.**, Berlin, nº 8, p. 1558-1564. 1998.

MUCHA, J. N.; BOLOGNESE, A. M. Análise de modelos em ortodontia. **Rev. RBO**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 1,2,3, p. 28-44, jan/jun 1985.

NAKAJIMA, A.; SAMESHIMA, G. T., ARAI, Y.; HOMME, Y.; SHIMIZU, N.; DOUGHERTY, H. Two- and three-dimensional orthodontic imaging using limited cone beam-computed tomography. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 75, nº. 6, p. 895-903, Nov. 2005.

NANCE, H. N. The limitations of orthodontic treatment. I. Mixed dentition diagnosis and treatment. **Am. J. Orthod. Oral Surg.**, St Louis, v. 33, nº. 4, p. 177-223, Apr. 1947.

PERIAGO, D. R.; SCARFE, W. C.; MOSHIRI, M.; SCHEETZ, J. P.; SILVEIRA, A. M.; FARMAN, A. G. Linear accuracy and reliability of cone beam CT derived 3-dimensional images constructed using an orthodontic volumetric rendering program. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 78, nº. 3, p. 387-395, May. 2008.

PETRELLI, E. **Ortodontia Contemporânea**, Ed.2, Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1995, p.142.

PROFFIT, W. R. **Ortodontia Contemporânea**, Ed.1, São Paulo: Sarvier, 1993, p.370.

RAKOSI, T.; JONAS, I.; GRABER, T. M. Procedimentos diagnósticos – Análise do modelo de estudo. In:_____ **Ortodontia e Ortopedia Facial: Diagnóstico**. Ed. Artmed, 1999. Porto Alegre. Cap . p. 207-235.

REDMOND, W. R. Digital models: a new diagnostic tool. **J. Clin. Orthod.**, New York, v. 35, n. 6, p. 386-387,Jun. 2001.

RHEUDE, A, B; SADOWSKY, P. L.; FERRIERA, A.; JACOBSON, A. An evaluation of the use of digital study models in orthodontic diagnosis and treatment planning. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 75, p. 300–304, 2005.

RUELLAS, A. C. Radiografia com tela milimetrada- método alternativo para cálculo do espaço requerido na análise da dentição mista **R. Dental Press Ortodon. Ortop. Facial**, Maringá, v. 6, n. 6, p. 77-80, nov/dez. 2001.

SCARFE, W. C.; FARMAN, A. G.; SUKOVIC, P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. **J. Can. Dent .Assoc**, Ottawa, v. 72,nº 1, p. 75-80, Feb. 2006.

SILVA, M. A. G.; WOLF, U.; HEINICKE, F.; BUMANN, A.; VISSER, H.; HIRSCHF, E. Cone-beam computed tomography for routine orthodontic treatment planning: A adiation dose evaluation. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v.133, nº 5, p. 640.e1-640.e5, May. 2008.

SIQUEIRA, I. C.; TEMES, C. M.; LIMA, E. M. Análise da dentição mista. **Ortodontia Gaúcha**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 8-12, Abr. 1997.

SUKOVIC, P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. **Orthod. Craniofacial Res.**, Oxford, 6 (Suppl. 1), p. 31–36, 2003.

SWENNEN, G. R. J, SCHUTYSER, F. Three-dimensional cephalometry: spiral multi-slice vs cone-beam computed tomography. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 130, nº 3, p. 410-416, Sep. 2006.

TANAKA, M. M; JOHNSTON, L. E. The prediction of the size of unerupted canines and premolars in contemporary orthodontic population. **J. Am. Dent. Ass.**, Chicago, v. 88, n. 4, p. 798-801, Apr 1974.

TOMASSETTI, J.J., TALOUMIS, L. J., DENNY, J.M., FISCHER, J.R. A comparison of 3 computerized Bolton tooth-size analyses with a commonly used method. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 71, nº 5, p. 351–357, Oct. 2001.

VELLINI, F. **Ortodontia: Diagnóstico e Planejamento Clínico**. Ed. Artes médicas. Cap. 8 pag. 161- 169. 1998.

WINTER, A. A.; POLLACK, A. S.; FROMMER, H. H.; KOENIG, L. Cone Beam Volumetric Tomography vs. Medical CT Scanners - Expanding Dental Applications. **N. Y. State Dent. J.**, New York, p. 29 – 33, Jun/Jul. 2005.

ZILBERMAN, O, HUGGARE, J. A. V., PARIKAKIS, K. A. Evaluation of the validity of tooth size and arch width measurements using conventional and three-dimensional virtual orthodontic models. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 73, nº 3, p. 301–306, Jun. 2003.

APÊNDICE 1 - Modelo de Gesso

	Paciente 1		paciente 2		paciente 3		paciente 4
	Espaço presente	Espaço requerido	Espaço presente	Espaço requerido	Espaço presente	Espaço requerido	Espaço presente
Medida 1							
Medida 2							
Medida 3							
Medida 4							
Medida 5							
Medida 6							
Soma							

Espaço Presente

- Medida 1 do ponto de contato mesial do primeiro molar permanente inferior direito até o ponto de contato mesial do primeiro pré-molar inferior direito
- Medida 2 da mesial do primeiro pré-molar inferior direito até distal do incisivo lateral inferior direito
- Medida 3 da distal do incisivo lateral inferior direito até o ponto de contato entre os incisivos centrais inferiores
- Medida 4 da mesial do incisivo central inferior esquerdo até a distal do incisivo lateral inferior esquerdo
- Medida 5 da distal do incisivo lateral inferior esquerdo até a mesial do primeiro pré-molar inferior esquerdo
- Medida 6 do ponto de contato mesial do primeiro pré-molar inferior esquerdo até o ponto de contato mesial do primeiro molar permanente

Espaço Requerido

- Medida 1 Diâmetro méso-distal do incisivo lateral inferior direito
- Medida 2 Diâmetro méso-distal do incisivo central inferior direito
- Medida 3 Diâmetro méso-distal do incisivo central inferior esquerdo
- Medida 4 Diâmetro méso-distal do incisivo lateral inferior esquerdo

APÊNDICE 2 - Reconstrução Tridimensional

APLICABILIDADE DO CÁLCULO DA DISCREPÂNCIA EM DENTADURA MISTA POR MEIO DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO
FICHA DE COLETA DE DADOS

	paciente 1		paciente 2		paciente 3		paciente 4	
	Espaço presente	Espaço requerido						
Medida 1								
Medida 2								
Medida 3								
Medida 4								
Medida 5								
Medida 6								
Medida 7								
Medida 8								
Medida 9								
Medida 10								
Soma								

Espaço Presente

- Medida 1 do ponto de contato mesial do primeiro molar permanente inferior direito até o ponto de contato mesial do primeiro pré-molar inferior direito
- Medida 2 da mesial do primeiro pré-molar inferior direito até distal do incisivo lateral inferior direito
- Medida 3 da distal do incisivo lateral inferior direito até o ponto de contato entre os incisivos centrais inferiores
- Medida 4 da mesial do incisivo central inferior esquerdo até a distal do incisivo lateral inferior esquerdo
- Medida 5 da distal do incisivo lateral inferior esquerdo até a mesial do primeiro pré-molar inferior esquerdo
- Medida 6 do ponto de contato mesial do primeiro pré-molar inferior esquerdo até o ponto de contato mesial do primeiro molar permanente

Espaço Requerido

- Medida 1 Diâmetro méso-distal do segundo pré-molar inferior direito
- Medida 2 Diâmetro méso-distal do primeiro pré-molar inferior direito
- Medida 3 Diâmetro méso-distal do canino inferior direito
- Medida 4 Diâmetro méso-distal do incisivo lateral inferior direito
- Medida 5 Diâmetro méso-distal do incisivo central inferior direito
- Medida 6 Diâmetro méso-distal do incisivo central inferior esquerdo
- Medida 7 Diâmetro méso-distal do incisivo lateral inferior esquerdo
- Medida 8 Diâmetro méso-distal do canino inferior esquerdo
- Medida 9 Diâmetro méso-distal do primeiro pré-molar inferior esquerdo
- Medida 10 Diâmetro méso-distal do segundo pré-molar inferior esquerdo

APÊNDICE 3

Termo de Consentimento Informado

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Faculdade de Odontologia
Departamento de Cirurgia e Ortopedia

Termo de Consentimento Informado

Prezado(a) Senhor(a):

A presente pesquisa visa avaliar o espaço presente e requerido do modelo de gesso e das reconstruções tridimensionais provenientes da tomografia computadorizada de feixe cônico no que se refere a sua reprodutibilidade e aplicar o cálculo da discrepância nas reconstruções tridimensionais em dentadura mista.

Recentemente, aparelhos de tomografia computadorizada de feixe cônico têm sido desenvolvidos especificamente para a região maxilofacial. Foi a partir desta nova tecnologia que se viabilizou a reprodução da imagem tridimensional para o diagnóstico odontológico. Uma das principais características desta técnica é que os programas que executam e manipulam as imagens podem ser instalados em computadores convencionais. Todos os registros exigidos na documentação ortodôntica podem ser obtidos a partir de apenas um escaneamento do paciente.

A documentação será armazenada no Curso de Especialização de Ortodontia, Departamento de Cirurgia e Ortopedia Facial da FO-UFRGS. Caso haja interesse futuro na utilização dos dados obtidos para outras linhas de investigação, os pacientes somente serão incluídos após a assinatura de um novo termo de consentimento.

Pelo presente consentimento informado, declaro que fui esclarecido, de forma clara e detalhada:

- da segurança de que não serei identificado e que se manterá o caráter confidencial das informações relacionadas com a minha privacidade;
- da liberdade de retirar meu consentimento informado, a qualquer momento, e deixar de participar do estudo, sem que isso traga qualquer prejuízo à continuação do meu tratamento.

Em caso de qualquer dúvida, os pacientes são orientados a entrar em contato com o pesquisador responsável, Dr. José Renato Prietsch (3308-5201) ou o executor deste trabalho, Dra. Alessandra Marques, na Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Uma Cópia do Consentimento Informado ficará com o paciente.

Porto Alegre, _____ de _____ de 200_____.

Eu, _____
recebi as orientações necessárias para entender o presente estudo, assim como li a informação do mesmo.

Paciente e/ou Responsável

Pesquisador

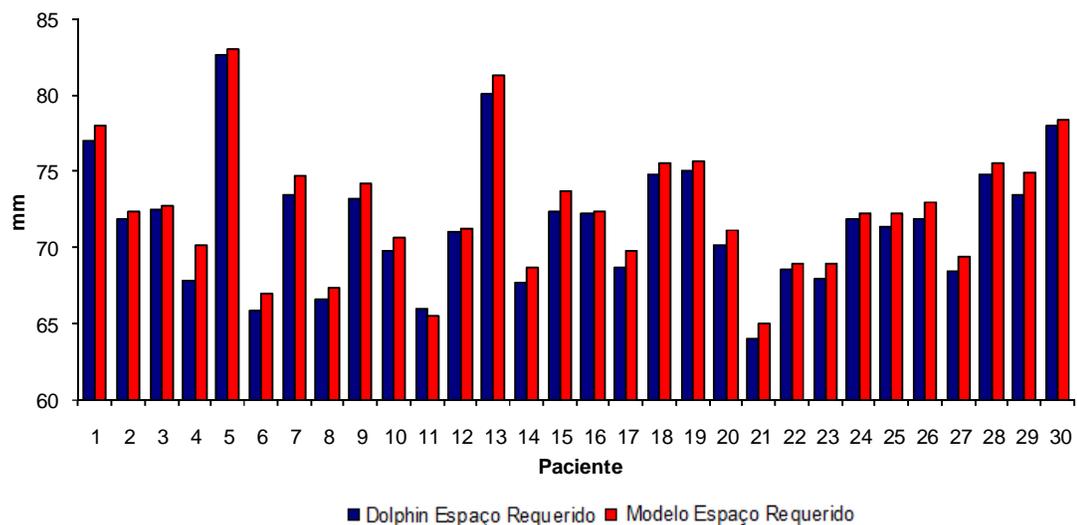
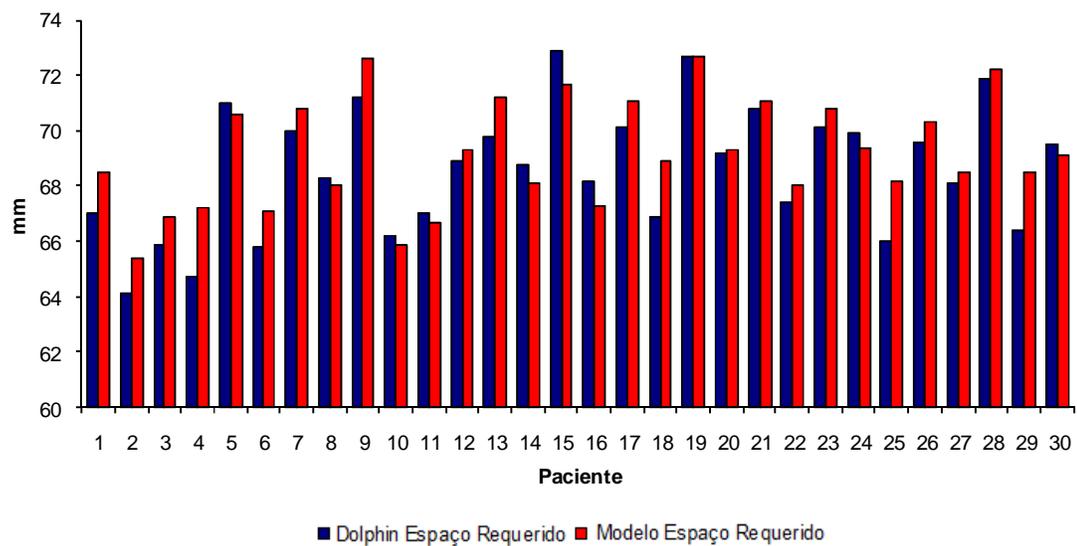
Gráfico 1. Comparação entre os valores Modelo e Dolphin – Espaço Presente**Gráfico 2.** Comparação entre os valores Modelo e Dolphin – Espaço Requerido

Gráfico 3. Comparação entre os valores Modelo e Dolphin – DC