

Avaliação da fidedignidade da tomografia computadorizada de feixe cônico para uso na cirurgia guiada em implantodontia

Evaluation of the fidedignity of Cone beam computed tomography for use in implantodonty guided surgery

Bruna Frantz¹, Luis Eduardo Schneider^{2*}, Bárbara Martins Coutinho¹, Kalinka Crivellaro Crusius Schneider², Alan Dal'Alba Pilger³, Ricardo Smidt⁴

¹ Cirurgiã-dentista pelo Curso de Odontologia da ULBRA; ² Especialista e Mestre em cirurgia e traumatologia bucomaxilofacial pelo curso de odontologia da ULBRA; ³ Especialista em Prótese Dentária pelo Curso de Odontologia da ULBRA; ⁴ Especialista e Mestre em cirurgia e traumatologia bucomaxilofacial pela PUCRS

Resumo

Introdução: a cirurgia guiada é uma técnica de planejamento virtual para instalação de implantes dentários que possibilita maior precisão e confiabilidade para o cirurgião, possibilitando menor morbidade ao paciente. Entretanto existem erros e distorções durante o processo, que podem resultar em desvios no posicionamento dos implantes. **Objetivo:** aferir a fidedignidade da tomografia computadorizada de feixe cônico para uso em cirurgia guiada, comparando as medidas reais dos corpos de prova com as obtidas pela tomografia de feixe cônico para identificar distorções e quantificá-las. **Metodologia:** Foram utilizados três corpos de prova posicionados para tomada tomográfica. 180 medidas foram realizadas com paquímetro digital, e então, submetidos à tomografia computadorizada de feixe-cônico. Após a obtenção das imagens, os pontos foram medidos na tomografia e os valores obtidos no corpo de prova e os da tomografia foram comparados e analisados. **Resultados:** em 80% das medidas, a tomografia foi superestimada e em 18,33%, mostrou-se menor. Em uma medida (1,67%), as médias dos corpos de prova e da tomografia impressa foram iguais. Na região anterior, a diferença das aferições da tomografia impressa e do corpo de prova foi de 0,45mm, na região posterior foi de 0,34mm, em média. **Conclusão:** a tomografia computadorizada de feixe cônico é uma ferramenta confiável desde que sejam observadas as margens de erro que apresenta. A aquisição de imagens é apenas uma das etapas da cirurgia guiada, a qual apresenta erros cumulativos que podem comprometer o resultado final se não forem observados e contornados pela experiência do cirurgião. **Palavras-chave:** Cirurgia Guiada por Computador. Tomografia Computadorizada. Implante Dentário.

Abstract

Introduction: guided surgery is a technique of virtual planning of placement of dental implants that allows greater precision and reliability for the surgeon, allowing less patient morbidity. However, there are errors and distortions during the process, which can result in deviations in implant placement. **Objective:** to assess the reliability of concomitant computed tomography for use in guided surgery by comparing the actual measurements of the specimens with those obtained by conical beam tomography to identify distortions and quantify them. **Methodology:** three specimens positioned for tomography were used. 180 measurements were performed with a digital caliper, and then, submitted to computed tomography of beams. After obtaining the images, the points were measured on the tomography and the values obtained in the test specimen and those of the tomography were compared and analyzed. **Results:** in 80% of the measurements, the tomography was overestimated and in 18.33%, it was lower. In one measurement (1.67%), the means of the test specimens and the printed tomography were the same. In the anterior region, the difference between the measurements of the printed tomography and the test specimen was 0.45mm, in the posterior region it was 0.34mm, on average. **Conclusion:** cone-beam computed tomography is a reliable tool as long as the margins of error are observed. The acquisition of images is only one of the stages of guided surgery, which presents cumulative errors that can compromise the final result if not observed and circumvented by the experience of the surgeon.

Key words: Computer-Guided Surgery. Computed Tomography. Dental Implant.

INTRODUÇÃO

O advento da osseointegração tem possibilitado aos pacientes reabilitações estéticas e funcionais com implantes dentários, sejam eles parciais ou totais, devolvendo sua capacidade mastigatória e fonética,

proporcionando melhor interação social e aumentando a autoestima.¹⁻²

Visando a possibilidade de oferecer tal tratamento de maneira minimamente invasiva, com menor morbidade e mais segurança aos pacientes, os cirurgiões-dentistas têm utilizado a cirurgia guiada como uma importante ferramenta para instalação de implantes.²⁻⁷

A cirurgia guiada na implantodontia é uma técnica utilizada desde meados dos anos 2000, baseada nas

Correspondente/Corresponding: *Daniel Vicentini de Oliveira – End: Av. Londrina, 934, apartamento 1907, torre A. CEP: 87050-730. Maringá, Paraná – E-mail: d.vicentini@hotmail.com – Tel:

descobertas de Branemark em 1981 e permite definir o posicionamento ideal de implantes osseointegrados ao analisar a quantidade óssea disponível, evitando estruturas anatômicas importantes, aumentando a segurança e rapidez do planejamento cirúrgico^{8,9}. Embora haja discordância de alguns autores, pode ser indicada para pacientes edêntulos parciais ou totais^{4,6,8-9} e é prudente que este tipo de procedimento seja realizado por profissionais com experiência cirúrgica e que estejam aptos a contornar os imprevistos decorrentes deste método de trabalho.⁴

A técnica baseia-se na obtenção de dados tridimensionais da região de interesse, através de Tomografia Computadorizada de feixe cônico – *Cone Beam* (TCCB), que são inseridos em um software específico, sendo possível planejar previamente o procedimento pelo computador, através da manipulação de imagens. Em seguida, uma guia cirúrgica individualizada é confeccionada para a cirurgia de instalação dos implantes.^{4,8}

A TCCB utiliza *vóxeis* isotrópicos, ou seja, que possuem largura, altura e profundidade de tamanhos iguais, gerando imagens de maior nitidez. Os feixes de raio X em forma de leque necessitam de apenas uma rotação de 360° em torno da cabeça do paciente, permitindo a aquisição de múltiplas imagens bidimensionais, gerando um volume cilíndrico, que será convertido em imagens tridimensionais pelo computador. Estas imagens tridimensionais permitem a geração de cortes nos três planos do espaço. As tomografias são salvas no formato *DICOM* (*Digital Imaging and Communications in Medicine*), que poderão ser abertas em softwares específicos para manipulação das imagens.¹⁰⁻¹²

Embora a cirurgia virtual seja uma valiosa ferramenta para diagnóstico e proporcione maior previsibilidade e menor trauma operatório, o resultado final do tratamento pode ser comprometido em função de erros cumulativos que podem ocorrer em diferentes fases do processo.^{6,8,13} Diversos estudos e pesquisas apontam pequenos erros que levam a desvios de posicionamento dos implantes, o que se torna relevante, quando o que é pretendido neste tipo de cirurgia é previsibilidade.^{6,8,10,13}

Abboud et al.¹⁴, realizaram um estudo comparativo entre Tomografia Computadorizada *Fan Beam* (TCFB) conhecida como tomografia médica e TCCB, reforçando as conclusões de outros estudos acerca do grau reduzido de radiação da tomografia de feixe cônico em relação à tomografia médica. Neste estudo, foram comparados as medidas de uma mandíbula de cadáver humano e 2 objetos uniformes digitalizados por 1 aparelho de TCFB e 5 aparelhos de TCCB. A TCFB demonstrou alta precisão para objetos geométricos uniformes, com erro absoluto médio de 0,08mm e na mandíbula, de 0,03 nas medidas lineares. Já na TCCB, nos objetos geométricos apresentou diferenças de 0 a 2,3mm e o erro absoluto médio na mandíbula humana foi de 0,23mm. Além disso, os dados obtidos com os aparelhos de feixe cônico apre-

sentaram maior ruído de imagem e menor contraste do que os obtidos com a tomografia médica. Apesar disso, as doses de radiação, tempo de exposição da TCCB são consideravelmente menores que a TCFB.^{14,15}

Em outro estudo comparativo entre tomografias *Cone Beam* e *Fan Beam*, Suomalainen et al.¹⁶, verificaram a diferença entre as medidas da tomografia e as medidas de localização dos implantes após a cirurgia guiada. O erro foi de 4,7% nas imagens obtidas pela TCCB, em mandíbula seca, e 8,8% na TCFB e na simulação com os tecidos moles, foi de 2,3% e 6,6%. Os autores concluíram que a tomografia de feixe cônico é uma ferramenta confiável para mensurações da quantidade óssea durante o planejamento da cirurgia guiada.¹⁶

Sendo considerada pela maioria dos autores como o método de diagnóstico mais utilizado para este tipo de procedimento sendo uma técnica que promete previsibilidade e segurança na localização da instalação dos implantes, a tomografia computadorizada de feixe cônico deve ser uma ferramenta confiável e que tenha altos índices de fidedignidade métrica.^{9,10,12,17}

O presente trabalho visa aferir a fidedignidade da TCCB para uso em cirurgia guiada, comparando as medidas reais dos corpos de prova com as obtidas pela tomografia de feixe cônico impressas em filme tomográfico com a finalidade de identificar se neste estágio ocorrem distorções e quantificá-las para melhorar o desenvolvimento da técnica cirúrgica.

METODOLOGIA

Para obtermos as medidas, foram utilizados três corpos de prova da empresa Nacional Ossos 10 PCF-CP1 Corpo de Prova ESP. 10 PCF com Cortical 1mm L 4,5 x C 9,5 x A 3,1 cm, que foram fresados por um torneiro mecânico especializado com a fresadora *Sinitron OT4262*, para que atingissem as dimensões ideais para uma tomada tomográfica de grande precisão, obtendo tamanho final de: 20mm de altura, 15mm de espessura e 40mm de comprimento. Para obtenção das imagens foi utilizado o sistema de imagens *OP300*® (Instrumentarium Dental, Tuusula, Finland), com os seguintes parâmetros para aquisição de imagem: 90 kV, 6.3 mA, durante 13 segundos de exposição total, 577 mGycm³. Os blocos e a tomografia foram medidos utilizando Paquímetro digital King Tools 300mm/12”®.

As medidas foram realizadas em cinco regiões de cada corpo de prova para conferir a largura e altura e então repetidas três vezes e posteriormente calculada a média destes valores, para maior confiabilidade dos resultados, conforme descrição abaixo:

- a. **Corpo de prova proximal direito:** as medidas foram realizadas nos limites posterior e anterior, no meio da peça e em duas medidas no meio das distâncias entre os limites posterior e anterior e o meio da peça; sendo que em cada região foram realizadas medidas de altura vestibular (lateral) e

lingual (medial) e medidas de espessura superior e inferior.

- b. **Corpo de prova anterior:** também foram realizadas em cinco regiões: limites direito e esquerdo, no meio da peça e em duas medidas no meio das distâncias entre os limites direito e esquerdo e o meio do corpo; sendo que em cada região foram realizadas medidas de altura vestibular e lingual e medidas de espessura superior e inferior.
- c. **Corpo de prova proximal esquerdo:** as medidas foram realizadas nos limites posterior e anterior, no meio da peça e em duas medidas no meio das distâncias entre os limites posterior e anterior e o meio da peça; sendo que em cada região foram realizadas medidas de altura vestibular (lateral) e lingual (medial) e medidas de espessura superior e inferior.

Afim de facilitar o entendimento e simplificar a leitura, serão adotadas as seguintes abreviaturas:

CPD – corpo de prova proximal direito;

CPE – corpo de prova proximal esquerdo;

CPA – corpo de prova anterior.

As medidas dos corpos proximais foram numeradas da seguinte forma:

1 – limite posterior da peça;

2 – limite anterior da peça;

3 – meio da peça;

4 – medida entre a distância do limite posterior e o meio da peça;

5 – medida entre a distância do limite anterior e o meio da peça.

E no corpo de prova anterior, conforme segue:

1 – limite direito da peça;

2 – limite esquerdo da peça;

3 – meio da peça;

4 – medida entre a distância do limite direito e o meio da peça;

5 – medida entre a distância do limite anterior e o meio da peça.

Foram utilizadas letras para identificar as alturas vestibular (A) e lingual (B) e medidas de espessura superior (C) e inferior (D). Desta maneira, a medida da espessura superior do centro do corpo de prova proximal direito, foi denominada como CPD3C, por exemplo, como demonstrado na Figura 1.

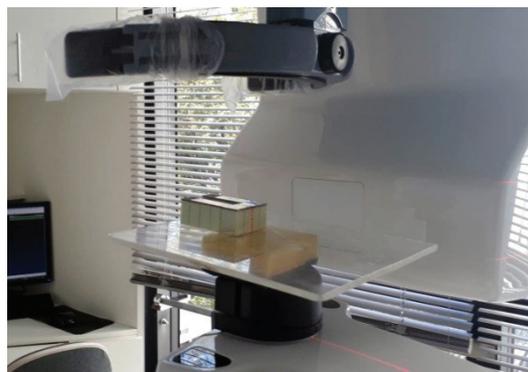
Figura 1 – Obtenção de medidas e nomenclatura.



Fonte: Autoria própria

Os corpos de prova foram unidos entre si em formato de mandíbula, fixados a uma placa acrílica, posicionados no tomógrafo de acordo com as linhas luminosas indicativas do mesmo (Figura 2) e então tomografados com sistema de imagens OP300® (Instrumentarium Dental, Tuusula, Finland).

Figura 2 – Posicionamento dos blocos para obtenção da tomografia



Fonte: Autoria própria

Após a obtenção do exame tomográfico, os dados foram impressos e salvos em formato *DICOM*. Os mesmos pontos pré-estabelecidos nos corpos de prova foram medidos na tomografia, com o mesmo aparelho de paquímetro digital, e repetidos três vezes cada um, para obtenção de uma média.

As medidas dos corpos de prova e as da tomografia impressa foram comparadas e analisadas no programa *IBM® SPSS® Statistics* versão 2.0, $p= 0,05$ com o Teste estatístico *Independent Samples Test*.

RESULTADOS

As médias das aferições dos corpos de prova e da tomografia impressa, bem como a diferença entre elas, estão demonstradas nas tabelas abaixo:

Tabela 1 – Medidas do Corpo de Prova Anterior

Nome da medida	Média Corpos de prova	Média Tomografia	Diferença mm
CPA1A	19,8900	19,8367	0,0533
CPA1B	19,9733	20,5667	-0,5933
CPA1C	15,0767	15,7233	-0,6466
CPA1D	15,0700	15,6700	-0,6000
CPA2A	19,9100	20,4933	-0,5833
CPA2B	19,9733	20,3367	-0,3633
CPA2C	15,1000	15,7333	-0,6333
CPA2D	15,0833	15,5400	-0,4567
CPA3A	19,8867	19,7867	0,1000
CPA3B	19,9933	19,5500	0,4433
CPA3C	15,0633	15,2767	-0,2134
CPA3D	15,0200	15,5000	-0,4800
CPA4A	19,8967	19,4033	0,4933
CPA4B	19,9733	20,2667	-0,2933
CPA4C	15,0533	15,5500	-0,4967
CPA4D	15,0933	15,8233	-0,7300
CPA5A	19,8933	20,2200	-0,3267
CPA5B	19,9700	19,9200	0,0500
CPA5C	15,0700	15,4300	-0,3600
CPA5D	15,0133	15,7433	-0,7300

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 2 – Medidas do Corpo de Prova Proximal Direito

Nome da medida	Média Corpos de Prova	Média Tomografia	Diferença mm
CPD1A	19,9233	19,9133	0,0100
CPD1B	20,0067	20,2067	-0,2000
CPD1C	15,0600	14,9700	0,0900
CPD1D	15,0333	15,4233	-0,3900
CPD2A	19,9433	20,6833	-0,7400
CPD2B	19,9633	20,3867	-0,4234
CPD2C	15,0267	14,8733	0,1534
CPD2D	14,9500	15,1267	-0,1767
CPD3A	19,9333	20,3600	-0,4267
CPD3B	19,9967	20,4567	-0,4600
CPD3C	15,0433	15,4900	-0,4467
CPD3D	14,9967	15,5567	-0,5600
CPD4A	19,8600	20,4433	-0,5833
CPD4B	19,9633	20,5500	-0,5867
CPD4C	15,0600	15,0867	-0,0267
CPD4D	14,9967	15,1800	-0,1833
CPD5A	19,9567	20,3233	-0,3667
CPD5B	20,0033	20,2667	-0,2633
CPD5C	15,0467	15,2533	-0,2066
CPD5D	14,9433	15,2933	-0,3500

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 3 – Medidas do Corpo de Prova Esquerdo

Nome da medida	Média Corpos de Prova	Média Tomografia	Diferença mm
CPE1A	19,9633	19,9867	-0,0234
CPE1B	19,9467	20,0067	-0,0600
CPE1C	15,0900	15,3967	-0,3067
CPE1D	15,0233	15,3533	-0,3300
CPE2A	20,0000	19,8267	0,1733
CPE2B	19,9433	20,4567	-0,5134
CPE2C	15,0767	14,9300	0,1467
CPE2D	15,0300	14,8667	0,1633
CPE3A	19,9533	20,0933	-0,1400
CPE3B	19,9567	20,4400	-0,4833
CPE3C	15,0967	15,1333	-0,0366
CPE3D	15,0267	15,0600	-0,0333
CPE4A	20,0033	20,6767	-0,6734
CPE4B	19,9567	20,7800	-0,8233
CPE4C	15,0933	15,1667	-0,0734
CPE4D	15,0067	15,0967	-0,0900
CPE5A	19,9867	20,1967	-0,2100
CPE5B	19,9600	20,3800	-0,4200
CPE5C	15,0967	15,0967	0,0000
CPE5D	14,9933	15,4267	-0,4334

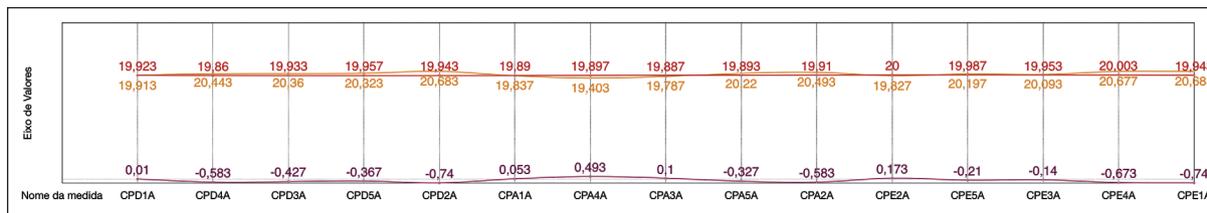
Fonte: Dados da pesquisa

As médias obtidas com as 3 aferições de cada local dos corpos de prova variaram entre 19,86 e 20,01mm nas medidas de altura vestibular e lingual e entre 14,94 e 15,10mm nas espessuras superior e inferior. Nas médias obtidas com as medidas dos mesmos locais na tomografia impressa, as medidas de altura variaram entre 19,40 e 20,78mm e nas espessuras, variaram entre 14,87 e 15,82mm demonstrando que houve pequenas distorções tanto para o aumento quanto para a redução das medidas da tomografia em relação aos corpos de prova.

Em 48 medidas (80%), a tomografia foi superestimada, ou seja, apresentou valores maiores que bloco original e em 11 medidas (18,33%) a tomografia mostrou-se menor. Em apenas 01 medida (1,67%), as médias dos corpos de prova e da tomografia impressa foram iguais.

O gráfico 1 demonstra a sobreposição das médias obtidas nos corpos de prova, representados pela linha amarela e da tomografia impressa, representados pela linha vermelha ao avaliarmos as alturas vestibulares. A linha roxa representa a diferença obtida entre as alturas vestibulares medidas do corpo de prova e as alturas vestibulares medidas na tomografia impressa.

Gráfico 1 – Médias das alturas vestibulares dos corpos de prova e médias das alturas vestibulares das tomografias impressas dos corpos de prova direito, anterior e esquerdo em sequência de escaneamento do lado direito para o lado esquerdo.

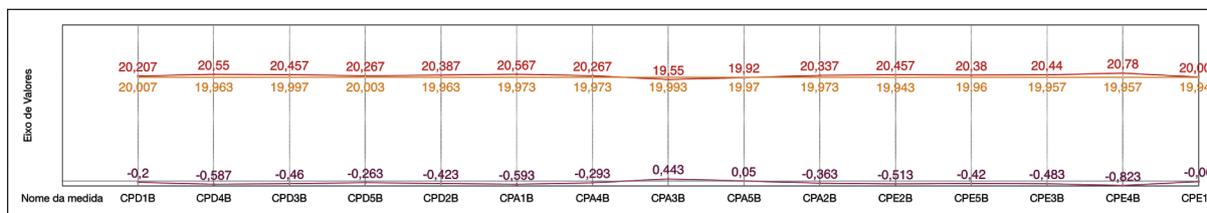


Fonte: Autoria própria

O gráfico 2 demonstra a sobreposição das médias obtidas nos corpos de prova, representados pela linha amarela e da tomografia impressa, representados pela linha vermelha ao avaliarmos as alturas linguais. A linha

roxa representa a diferença obtida entre as alturas linguais medidas do corpo de prova e as alturas linguais medidas na tomografia impressa.

Gráfico 2 – Médias das alturas linguais dos corpos de prova e médias das alturas linguais das tomografias impressas dos corpos de prova direito, anterior e esquerdo em sequência de escaneamento do lado direito para o lado esquerdo.

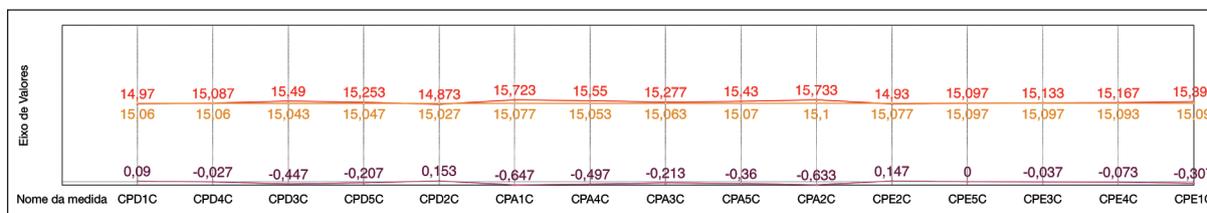


Fonte: Autoria própria

O gráfico 3 demonstra a sobreposição das médias obtidas nos corpos de prova, representados pela linha amarela e da tomografia impressa, representados pela linha vermelha ao avaliarmos as espessuras superiores. A

linha roxa representa a diferença obtida entre as espessuras superiores medidas do corpo de prova e as espessuras superiores medidas na tomografia impressa.

Gráfico 3 – Médias das espessuras superiores dos corpos de prova e médias das espessuras superiores das tomografias impressas dos corpos de prova direito, anterior e esquerdo em sequência de escaneamento do lado direito para o lado esquerdo.

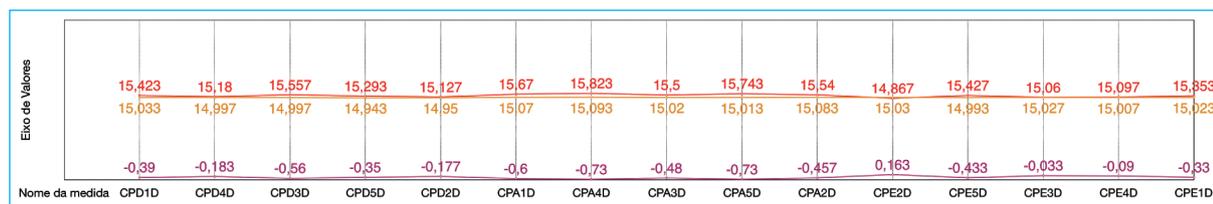


Fonte: Autoria própria

O gráfico 4 demonstra a sobreposição das médias obtidas nos corpos de prova, representados pela linha amarela e da tomografia impressa, representados pela linha vermelha ao avaliarmos as espessuras inferiores. A

linha roxa representa a diferença obtida entre as espessuras inferiores medidas do corpo de prova e as espessuras inferiores medidas na tomografia impressa.

Gráfico 4 – Médias das espessuras inferiores dos corpos de prova e médias das espessuras inferiores das tomografias impressas dos corpos de prova direito, anterior e esquerdo em sequência de escaneamento do lado direito para o lado esquerdo.



Fonte: Autoria própria

As discrepâncias inferiores a 0,1mm representam 16% do total de medidas e estão localizados quase que em sua totalidade na região posterior, com apenas uma medida na região anterior.

As diferenças iguais ou maiores que 0,5mm distribuíram-se praticamente de maneira uniforme nas regiões anterior e posterior; sendo que na região anterior, as discrepâncias encontram-se quase que em sua totalidade nas medidas de altura, enquanto que na região posterior, distribuíram-se uniformemente.

Na região anterior, a diferença em mm das 20 médias das aferições da tomografia e das 20 médias do corpo de prova, foi de 0,45mm, sendo a menor delas 0,053 e a maior 0,73, com desvio padrão de 0,19. Já na região posterior (corpos de prova direito e esquerdo), as diferenças variaram de zero a 0,82mm, sendo a média 0,34mm e desvio padrão de 0,21. Ao comparar estatisticamente as regiões anterior e posterior, pode-se observar que as variâncias são iguais e pelo valor de $p = 0,463$ não há diferença estatisticamente significativa entre a variação de medidas da região anterior e posterior.

Ao comparar-se as médias de discrepâncias entre altura vestibular e lingual separadamente em cada corpo de prova, não houve diferença estatisticamente significativa entre elas em nenhum dos 3 blocos. Ao realizar a mesma comparação entre as espessuras superior e inferior, o *Independent Samples Test* também mostrou não haver diferença significativa em nenhum dos blocos.

No corpo de prova anterior, as alturas vestibular e lingual tiveram médias de variação de 0,05 e 0,15mm respectivamente. A espessura superior teve uma discrepância média de 0,47mm e a inferior, de 0,59mm.

No corpo de prova direito, a média foi de 0,42mm de distorção na altura vestibular e de 0,38mm na altura lingual. A espessura superior do corpo de prova direito foi de 0,08mm em média, enquanto que a espessura inferior foi 0,33mm.

No corpo de prova esquerdo, as variações das medidas de altura vestibular e lingual foram de 0,17 e 0,46mm respectivamente. A espessura superior do bloco esquerdo teve a menor média de diferença de medidas: 0,05mm, enquanto que a espessura inferior foi de 0,14mm em média.

As discrepâncias inferiores a 0,1mm localizaram-se quase que em sua totalidade na região posterior. Esta re-

gião, que corresponde à soma dos dois corpos proximais, tiveram diferenças que variaram de zero a 0,82mm, sendo a média 0,34mm e desvio padrão de 0,21.

Ao comparar estatisticamente as regiões anterior e posterior, não foi constatada diferença estatisticamente significativa. Ao comparar-se as médias de discrepâncias entre as alturas vestibular e lingual separadamente em cada corpo de prova, não houve diferença estatisticamente relevante entre elas em nenhum dos 3 blocos. Ao realizar a mesma comparação entre as alturas vestibular e lingual, o programa SPSS também mostrou não haver diferença estatisticamente relevante em nenhum dos blocos.

As diferenças iguais ou maiores que 0,5mm distribuíram-se praticamente de maneira uniforme nas regiões anterior e posterior; sendo que na região posterior, distribuíram-se uniformemente entre os locais de aferição, enquanto que na região anterior, as discrepâncias encontram-se quase que em sua totalidade nas medidas de altura, demonstrando a necessidade de se observar as limitações da técnica e trabalhar com margem de segurança.

DISCUSSÃO

As análises da precisão das ferramentas de cirurgia guiada são de suma importância para esclarecer suas limitações, auxiliando na prevenção de injúrias a estruturas anatômicas importantes, fenestrações ósseas, erros de angulação e prejuízos à estética.¹

Terra et al.¹², concluíram em 2011, ao avaliar a precisão de medidas lineares da tomografia Cone Beam, que suas imagens são de alta definição quando o assunto é tecido ósseo, e que as medidas são extremamente precisas, proporcionando total segurança e previsibilidade¹². Ao analisarmos os resultados das aferições e ao resgatarmos a literatura, os autores do presente trabalho discordam de tal precisão e concordam com Borges et al., em 2000, que concluíram que todos os sistemas apresentam uma margem de erro e limitações inerentes e que seu conhecimento permite ao profissional selecionar o implante adequado e realizar o procedimento com bases científicas sólidas.⁹ Foi possível observar no presente trabalho que em 80% das médias, a tomografia apresentou valores maiores que corpo de prova real e em 18,33%, mostrou-se menor.

Abboud et al.¹⁴, constatou que a tomografia *Cone Beam*, apresentou erro médio na mandíbula humana de 0,23mm nas medidas lineares, e nos objetos geométricos apresentou diferenças de 0 a 2,3mm. O autor concluiu que apesar de a tomografia médica (*Fan Beam*) apresentar menor distorção, a tomografia de feixe cônico é confiável para as aplicações clínicas na cirurgia de cabeça e pescoço.¹⁴ Entretanto, Freire-Maia et al.¹⁸, não encontraram diferenças estaticamente significantes entre a mensuração do modelo físico medido manualmente com paquímetro digital com modelos digitais obtidos a partir de TCCB e TCFB.¹⁸⁻¹⁹

Viegas¹⁷, avaliou as variações da transferência do planejamento virtual para instalação de 22 implantes utilizando esta técnica, chegando a resultados muito próximos ao sobrepor as imagens obtidas no pré e pós-operatório em ambiente virtual. As variações das distâncias entre as regiões coronais, centrais e apicais dos implantes instalados apresentaram valores médios inferiores à 0,41mm. Em sua pesquisa, o autor atribui os resultados à determinação de uma metodologia rígida de seleção de amostra, padronização e análise, na qual o mesmo operador realizou os processos¹⁷. Van Assche, Sukovic e Clinthorne²⁰ a fim de avaliar a precisão da transferência do planejamento tridimensional guiado por computador, utilizaram tomografia de feixe cônico em quatro maxilares de cadáveres. As imagens pré-operatórias foram comparadas com as pós-operatórias. Os implantes apresentaram desvio linear médio de 1,1mm na cervical e 2,0mm no ápice. Os autores concluíram que a tomografia de feixe cônico pode ser usada para o planejamento virtual de implantes, levando em consideração os desvios ocorridos.²⁰

Um estudo in vitro de Horwitz, Zuabi e Machtei²¹, em 2009, avaliou a precisão da instalação de implantes guiados com base em tomografia computadorizada, onde nove implantes foram planejados com tomografias pré-operatórias de seis modelos de resina, que foram adquiridos com modelos radiográficos, utilizando um software de planejamento. Cada modelo de resina continha três implantes de controle pré-existent. Os modelos radiográficos foram convertidos em guias operacionais. Tomografias pós-operatórias foram utilizadas para comparar as posições dos implantes com posições pré-operatórias planejadas. Os desvios médios de profundidade do ápice foram 0,49mm em um grupo e 0,32mm para o outro. Os autores concluíram que o planejamento proporciona boa precisão e atribuíram os desvios a erros de sistema e de reprodutibilidade.²¹

Yatzkair et al.²², em um estudo da precisão de cirurgia guiada por computador em cadáveres não encontraram diferenças significativas entre as medidas planejadas e implantadas. Foram instalados 28 implantes. As radiografias e medidas foram realizadas por dois examinadores. O desvio médio de um implante de sua tomografia de planejamento foi de 0,8mm, o que está dentro da faixa de variabilidade esperada da análise por tomografia computadorizada, fazendo com que concluíssem que a

técnica pode ser utilizada com segurança, respeitando-se a margem de erro.²²

CONCLUSÃO

A tomografia computadorizada de feixe cônico é uma ferramenta confiável para instalação de implantes com cirurgia guiada, desde que sejam observadas as margens de erro que a ferramenta apresenta e levando em consideração o fato de que a aquisição de imagens é apenas uma das etapas da cirurgia guiada, a qual apresenta erros cumulativos que podem comprometer o resultado final se não forem observados e contornados pela experiência do cirurgião.

REFERÊNCIAS

1. DINATO, J.C. et al. Cirurgia guiada. Reconstrução e estética com implantes. São Paulo: Elsevier, 2012.
2. FERRAZ, L.C.G.; SEIXAS, Z.A. Complete dentures prosthesis in implants: contemporary techniques and patient satisfaction. *Int. j. dent.* [s.l.], p. 50-62, 2008.
3. NIGRO, F.; PAZ, L.G.P. Estágio atual das cirurgias guiadas. In: A implantodontia moderna e minimamente invasiva. **Napoleão, 2016.** Cap. 8.
4. PEGORINI, V. S. et al. Planejamento virtual e cirurgia guiada em implantodontia. **Revista Saúde Integrada**, Santo Angelo, v. 6, n. 11-12, p. 243-261, 2013.
5. MURAT, S.; KAMBUROĞLU, K.; ÖZEN, T. Accuracy of a newly developed cone-beam computerized tomography-aided surgical guidance system for dental implant placement: an ex vivo study. **J. Oral Implantol.**, Abingdon, v. 38, n. 6, p. 706-712, 2012.
6. WIDMANN, G.; BALE, R.J. Accuracy in computer-aided implant surgery - a review. **Int. j. oral maxillofac. implants**, Lombard, v. 21, n. 2, 2006.
7. ERETTA, M., POLI, P.P., MAIORANA, C. Accuracy of computer-aided template-guided oral implant placement: a prospective clinical study. **Journal of periodontal & implant science**, Korea, v. 44, n. 4, p. 184-193, 2014.
8. SANTOS, T. I. et al. A cirurgia guiada como auxílio na Implantodontia. **Full dent. sci.**, Plena, v. 2, n. 8, p. 376-380, 2011.
9. BORGES, T.A.T. A Tomografia Computadorizada no Diagnóstico e planejamento do Implante Dentário. Revisão de Literatura e Apresentação de um Protocolo Técnico. Ícaro Odontologia, 2000. Disponível em: <http://www.icaroradiologia.com.br/artigo.htm>. Acesso em: 19 fev. 2017.
10. SOARES, M. M. et al. An in vitro model to evaluate the accuracy of guided surgery systems. **Int. j. oral maxillofac. implants**, Lombard, v. 27, n. 4, 2012.
11. BILINSKI, J.M. Estudo comparativo entre as tomografias computadorizadas Fan beam e Cone beam: revisão da literatura. 2011. Disponível em: <http://tconline.utp.br/wp-content/uploads/2012/05/estudo-comparativo-entre-as-tomografias-computadorizadas-fan-beam-e-cone-beam-revisao-da-literatura.pdf>. Acesso em: 09 fev. 2017.
12. TERRA, G.T.C. et al. Tomografia computadorizada cone beam: avaliando sua precisão em medidas lineares. **Journal of Bi dentistry and Biomaterials**, São Paulo, v. 2, p. 10-16, set./fev. 2011.
13. FRIGI BISSOLI, C. et al. Importancia y aplicaciones del sistema de

- Tomografia Computarizada Cone-Beam (CBCT). *Acta odontol. venez.*, Caracas, v. 45, n. 4, p. 589-592, 2007.
14. ABBOUD, M. *et al.* Comparison of the accuracy of cone beam computed tomography and medical computed tomography: implications for clinical diagnostics with guided surgery. *Int. j. oral maxillofac. implants*, Lombard, v. 28, n. 2, 2013.
15. GAIA, B.F. *et al.* Comparison between cone-beam and multislice computed tomography for identification of simulated bone lesions. *Braz. oral res.*, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 362-368, 2011.
16. SUOMALAINEN, A. *et al.* Accuracy of linear measurements using dental cone beam and conventional multislice computed tomography. *Dentomaxillof. radiol.*, Tokyo, v. 37, n. 1, p. 10-17, 2008.
17. VIEGAS, V.N. **Avaliação das variações da transferência do planejamento virtual e sobre protótipos biomédicos para a instalação de implantes dentários pela técnica cirúrgica guiada.** 2008. Tese (Doutorado em Odontologia) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
18. FREIRE-MAIA, B. *et al.* Evaluation of the accuracy of linear measurements on multi-slice and cone beam computed tomography scans to detect the mandibular canal during bilateral sagittal split osteotomy of the mandible. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, v. 46, n. 3, p. 296-302, 2017.
19. SILVA, A. A. L. S. *et al.* Accuracy of linear measurements performed with two imaging software in cone-beam computed tomography scans of dry human mandibles. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 89, n. 4, p. 2865-2873, 2017.
20. VAN ASSCHE, N.; SUKOVIC, P.; CLINTHORNE, N. Accuracy of implant placement based on pre-surgical planning of three-dimensional cone-beam images: a pilot study. *J. clin. periodontol.*, Copenhagen, v. 34, n. 9, p. 816-821, 2007.
21. HORWITZ, J. ZUABI, O., MACHTEI, E.E. Accuracy of a computerized tomography-guided template-assisted implant placement system: an in vitro study. *Clin. oral implants res.*, Copenhagen, v. 20, n. 10, p. 1156-1162, 2009.
22. YATZKAIR, G. *et al.* Accuracy of computer-guided implantation in a human cadaver model. *Clin. oral implants res.*, Copenhagen, v. 26, n. 10, p. 1143-1149, 2015.

Submetido em: 02/03/2019

Aceito em: 04/02/2020