
Aplicação do método de Maillart de determinação da idade óssea em tomografias computadorizadas de feixe cônico

Application of the Maillart's method of bone age determination in cone beam computed tomography

Cláudia FJ Arruda¹, Fernando Igai¹, Michelle Palmieri¹, Pedro Tortamano Neto¹, Sílvia Vanessa Lourenço¹, Paulo Henrique Braz da Silva¹, Cláudio Costa¹, Daniela Miranda Richarte de Andrade Salgado¹

¹Curso de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, Brasil.

Resumo

Objetivo – Validar o método para determinação da idade óssea de indivíduos preconizado por Maillart (1984) com a utilização de exames de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) e aferir a aplicabilidade do método por meio de uma análise da reprodutibilidade e reprodutibilidade. **Métodos** – Foram selecionados 25 exames de TCFC de pacientes com idade entre 41 e 51 anos provenientes do LAPI-FOUSP, o software utilizado para a obtenção das imagens de reconstrução panorâmica foi o Xelis (INFINITT Healthcare Co., Ltd.). A metodologia utilizada para a obtenção das mensurações das variações do *forame mental* e ângulos mandibulares baseou-se na técnica preconizada por Maillart (1984). **Resultados** – Os testes estatísticos realizados para determinar se o método de Maillart pode ser utilizado em TCFC foram os testes CCI e teste *t* sendo que, o teste CCI tanto para intra-examinador, quanto para inter-examinador demonstrou uma replicabilidade excelente em todas as mensurações obtidas apresentando $p < 0,0001$ em todos os casos; já o teste *t* que avaliou as diferenças entre lados direito e esquerdo demonstrou que não houveram diferenças estatisticamente significantes entre os lados ($p > 0,05$). **Conclusões** – Os testes estatísticos deixaram claro que a replicabilidade da técnica é excelente, isso demonstra que o método pode ser reproduzido utilizando-se TCFC, o que nos leva a concluir que a técnica preconizada por Maillart pode ser adaptada para a utilização em exames de imagens mais modernos.

Descritores: Tomografia computadorizada de feixe cônico; Osso; Métodos

Abstract

Objective – To validate the method for determining the bone age of individuals recommended by Maillart with the use of cone beam computed tomography (CBCT) scans and to verify the applicability of the method by means of a repeatability and reproducibility analysis. **Methods** – 25 CBCT exams were selected from patients aged 41-51 years from LAPI-FOUSP, Xelis (INFINITT Healthcare Co., Ltd.) was used to obtain panoramic reconstructions images. The methodology used to obtain the measurements of the mental foramen and mandibular angles was based on the technique recommended by Maillart (1984). **Results** – The statistical tests performed to determine whether the Maillart method can be used in CBCT were CCI test and t-test, and the CCI test for both intra-examiner and inter-examiner demonstrated excellent replicability in all measurements obtained with $p < 0.0001$ in all cases; the t-test that assessed the differences between right and left sides showed that there were no statistically significant differences between the sides ($p > 0,05$). **Conclusions** – The statistical tests made it clear that the replicability of the technique is excellent, this shows that the method can be reproduced using CBCT, which leads us to conclude that the technique recommended by Maillart can be adapted for use in more modern imaging tests.

Descriptors: Cone-beam computed tomography; Bone; Methods

Introdução

A determinação da idade do indivíduo é fundamental nos processos periciais médico-odontológicos, existem inúmeras técnicas que podem ser utilizadas pelo indivíduo quando este se encontra com vida, técnicas como análises clínicas, análises histológicas, análises químicas e análises radiográficas que podem ser facilmente realizadas em pessoas vivas. Entretanto, este processo se torna mais complicado após a morte¹. Para que as perícias sejam realizadas, uma ferramenta de grande valor são as radiografias orais, pois estas proporcionam uma vasta gama de subsídios, que são necessários para a elaboração do trabalho de identificação²⁻⁴.

A mandíbula é o maior, mais forte e mais durável osso da face, sendo o osso facial mais bem preservado após a morte. Devido a isso, este osso tem sido utilizado em tentativas de determinação do sexo de indivíduos

post-mortem, por ser, muitas vezes, recuperado intacto⁵. Maillart, em 1984, utilizou a técnica radiográfica denominada radiografia panorâmica para determinar a idade óssea de indivíduos entre 3 e 33 anos a partir da análise das variações dos valores dos ângulos mandibulares e da posição do *forame mental* em relação ao plano sagital mediano e a base da mandíbula. O autor elaborou algumas equações de regressão baseadas nas medidas que foram obtidas em seu estudo para poder determinar a idade *post-mortem* e ajudar na identificação de indivíduos.

O surgimento de técnicas radiográficas mais modernas, como a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), propiciou uma melhor conduta na utilização das técnicas de imagem para o auxílio na identificação *post-mortem* desses indivíduos, pois técnicas como a TC podem ser utilizadas em casos mais complexos como em cadáveres em estágio de decomposição avançada^{2,6-8}. Estudos mais recentes utilizam a

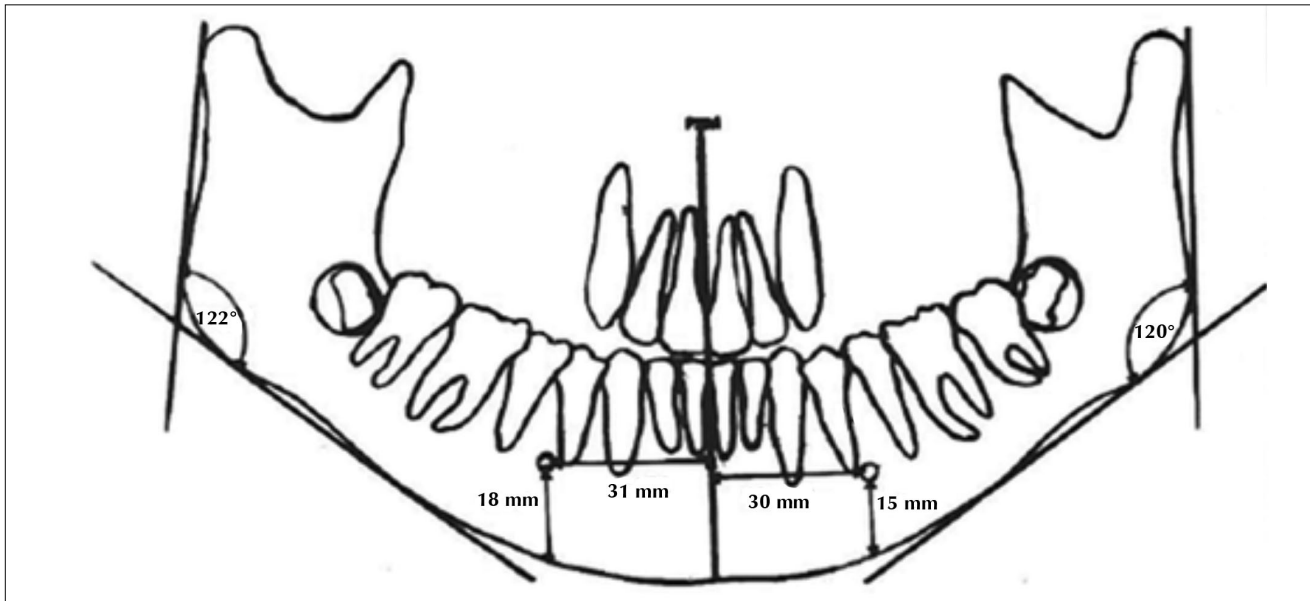


Figura 1. Desenho esquemático apresentando as medidas de altura e distância dos forames mentuais e ângulos mandibulares

TCFC como a técnica de escolha no processo de determinação da idade do indivíduo em diferentes ocasiões post-mortem, como na determinação da idade fetal de bebês abortados e também para determinar a idade óssea de indivíduos através das análises de diferentes estruturas ósseas⁹⁻¹⁰.

Sabe-se que a mandíbula e suas estruturas são muito utilizadas para realizar a determinação do sexo em ossadas de indivíduos¹¹⁻¹²; estudos mais recentes mostraram uma associação positiva entre o ângulo da mandíbula e a idade do indivíduo¹³; a técnica realizada em radiografias panorâmicas, utilizada por Maillart em 1984, se mostrou muito eficaz para a determinação da idade através de medidas que incluem a do ângulo da mandíbula. Entretanto, será que este método de mensurações descrito por Maillart pode ser utilizado com a mesma eficiência em exames de imagens mais modernos? Este trabalho teve como objetivo validar o método preconizado por Maillart através da utilização de exames de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) e verificar a sua aplicabilidade por meio de uma análise da repetibilidade e reprodutibilidade do método.

Métodos

Após aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (CEP/FOUSP: CAAE 66022717.8.0000.0075), foram avaliados 28 exames de TCFC de pacientes do sexo feminino – com idades entre 41 a 51 anos –, a média da idade foi de $46,16 \pm 2,77$ anos. Os exames de TCFC foram provenientes do Laboratório de Análise e Processamento de Imagens da FOUSP (LAPI-FOUSP), dos quais 3 exames foram excluídos – por apresentarem dificuldades na visualização do *forame mental* –, o que nos conferiu um total de 25 exames de TCFC.

Foram utilizadas as imagens de reconstrução panorâmica para mensurar o ângulo mandibular e a posição do *forame mental*, utilizando-se do software Xelis (IN-FINITT Healthcare Co., Ltd.) com reconstruções panorâmicas de 5 mm de espessura.

A metodologia empregada na parte experimental baseou-se na técnica preconizada por Maillart (1984), na qual o autor utilizou radiografias panorâmicas para realizar as mensurações das variações do *forame mental* e ângulos mandibulares. No caso do *forame mental* foram realizadas as medidas da distância da base do

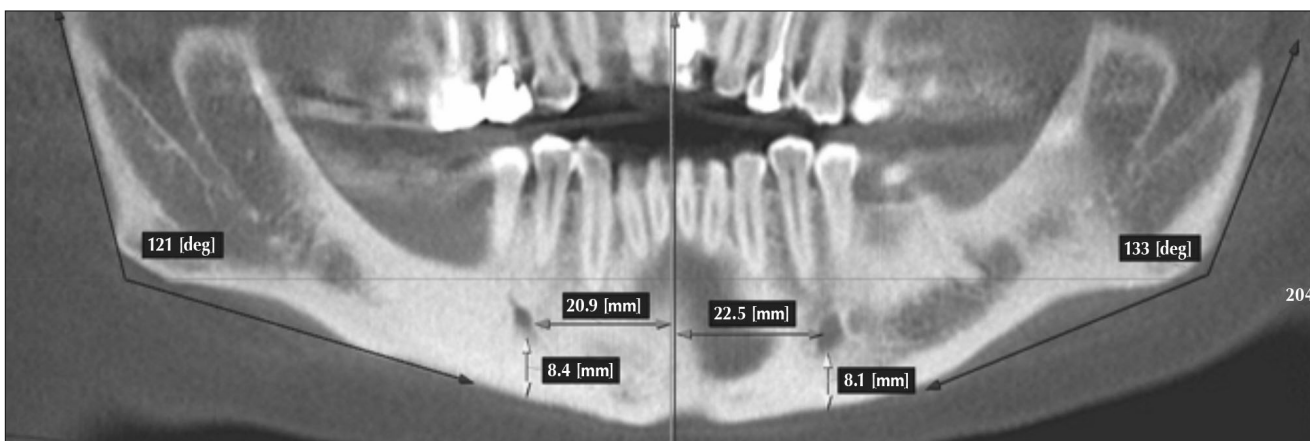


Figura 2. Aplicação do método de Maillart no exame de TCFC

forame até a base da mandíbula, do lado direito e do lado esquerdo, denominadas de altura direita (AD) e altura esquerda (AE), respectivamente. Também foram medidas a distância entre a parede mais anterior do *forame mentual* até a linha sagital mediana, do lado direito e do lado esquerdo, denominadas de largura direita (LD) e largura esquerda (LE).

O ângulo mandibular foi obtido traçando-se uma linha tangente à parede posterior do ramo da mandíbula e outra linha tangente a parede mais inferior da base da mandíbula, do lado direito e do lado esquerdo, denominados de Ângulo Mandibular Direito (AMD) e Ângulo Mandibular Esquerdo (AME), respectivamente.

A Figura 1 mostra como foram realizadas as mensurações do método de Maillart⁴.

As medidas foram realizadas por 3 examinadores diferentes e cada medida foi obtida pelo mesmo examinador duas vezes. Como no presente estudo foram utilizados exames tomográficos, para que houvesse a padronização do posicionamento do crânio, buscou-se alinhar o plano da espinha nasal anterior com o plano horizontal. A Figura 2 mostra a utilização das ferramentas do software para aplicação das medidas.

Análise estatística

O teste estatístico realizado para avaliar o erro intra-examinador foi o teste CCI de correlação intra-classe, este também foi o teste utilizado para avaliar o erro in-

ter-examinador. O nível de significância estatística foi determinado por $p < 0.01$. O teste *t* foi realizado para verificar a diferença entre os lados direito e esquerdo por examinador.

Resultados

As análises estatísticas utilizando-se o teste CCI e o teste *t* não pareado foram realizadas para determinar se o método de Maillart pode ser utilizado em TCFC, a Tabela 1 apresenta os resultados obtidos com o teste CCI intra-examinador.

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos com o teste CCI inter-examinador, como não houve diferenças estatísticas significativas entre as duas leituras realizadas pelo mesmo examinador para a obtenção do teste CCI inter-examinador optou-se por analisar sempre a primeira leitura de cada examinador.

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos com o teste *t* não pareado (comparação de médias) por examinador, avaliando as diferenças entre lados direito e esquerdo. Os resultados mostraram que não houve diferenças estatísticas significantes entre os lados ($p > 0,05$).

Os testes estatísticos deixaram claro que a replicabilidade da técnica, tanto intra-examinador como inter-examinador, é excelente, visto que a correlação foi alta nos dois casos e o teste *t* mostrou não haver diferenças significativas por examinador quando se compararam os lados direito e esquerdo.

Tabela 1. Correlação intra-observador entre os tempos de leituras

	Correlação (CCI)	Valor de p	Replicabilidade
Observador 1			
AD T1xT2	0,9	P<0,0001	excelente
AE T1xT2	0,94	P<0,0001	excelente
LD T1xT2	0,99	P<0,0001	excelente
LE T1xT2	0,97	P<0,0001	excelente
AMD T1xT2	0,94	P<0,0001	excelente
AME T1xT2	0,94	P<0,0001	excelente
Observador 2			
AD T1xT2	0,96	P<0,0001	excelente
AE T1xT2	0,93	P<0,0001	excelente
LD T1xT2	0,99	P<0,0001	excelente
LE T1xT2	0,98	P<0,0001	excelente
AMD T1xT2	0,94	P<0,0001	excelente
AME T1xT2	0,94	P<0,0001	excelente
Observador 3			
AD T1xT2	0,97	P<0,0001	excelente
AE T1xT2	0,95	P<0,0001	excelente
LD T1xT2	0,99	P<0,0001	excelente
LE T1xT2	0,99	P<0,0001	excelente
AMD T1xT2	0,95	P<0,0001	excelente
AME T1xT2	0,95	P<0,0001	excelente

T1 – primeiro tempo de leitura; T2 – segundo tempo de leitura.

Tabela 2. Correlação inter-observador

	Correlação (CCI)	Valor de p	Replicabilidade
AD (Obs1xObs2xObs3)	0,91	P<0,0001	excelente
AE (Obs1xObs2xObs3)	0,87	P<0,0001	excelente
LD (Obs1xObs2xObs3)	0,97	P<0,0001	excelente
LE (Obs1xObs2xObs3)	0,96	P<0,0001	excelente
AMD (Obs1xObs2xObs3)	0,87	P<0,0001	excelente
AME (Obs1xObs2xObs3)	0,9	P<0,0001	excelente

Obs1 – observador 1; Obs2 – observador 2; Obs3 – observador 3

Tabela 3. Comparação lados direito e esquerdo (teste t)

	Média e DP lado direito	Média e DP lado esquerdo	Valor de p
Altura Obs1	10,38 ± 1,49	10,26 ± 1,36	0,27
Largura Obs1	24,78 ± 3,31	24,31 ± 2,97	0,14
Ângulo Obs1	121,4 ± 8,55	121,6 ± 8,3	0,42
Altura Obs2	9,98 ± 1,46	10,07 ± 1,5	0,38
Largura Obs2	24,61 ± 3,43	24,08 ± 3,08	0,13
Ângulo Obs2	124,64 ± 9,1	122,8 ± 9,92	0,12
Altura Obs3	10,07 ± 1,59	10,08 ± 1,45	0,47
Largura Obs3	24,46 ± 3,35	23,78 ± 3,04	0,06
Ângulo Obs3	123,8 ± 7,97	122,66 ± 8,67	0,14

DP – Desvio padrão; Obs1 – observador 1; Obs2 – observador 2; Obs3 – observador 3

Discussão

A determinação da idade óssea do indivíduo é fundamental no processo de identificação de ossadas nas perícias médico-odontológicas, alguns autores têm se utilizado de radiografias panorâmicas para correlacionar variações em diferentes estruturas mandibulares com a idade do indivíduo^{2,4}.

Maillart utilizou-se da técnica de radiografia panorâmica para determinar a idade óssea de indivíduos, uma das estruturas anatômicas que foi foco de seu estudo foi o *forame mental*, assim, analisando a posição dessa estrutura em relação ao plano sagital mediano e a base da mandíbula, ele constatou que essa posição se mantém constante após a adolescência⁴, fato que está de acordo com o que já foi observado em estudos mais recentes – como em um estudo com TCFC onde 165 indivíduos adultos (homens e mulheres), com idade entre 18 a 80 anos, foram avaliados e, nesse estudo, foi notado que a posição do *forame mental* se mantém constante na idade adulta¹⁰.

Outra estrutura observada por Maillart foi o ângulo da mandíbula, ele observou a variação dos valores dos ângulos mandibulares e notou que este ângulo diminui conforme a idade aumenta⁴. Izard, em 1927, já havia observado a variabilidade do ângulo da mandíbula levando em conta a idade do indivíduo; esta mesma observação também foi realizada em um estudo mais recente¹³. Entretanto, o ângulo da mandíbula tende a aumentar em indivíduos desdentados, mesmo que estes possuam idades avançadas¹⁴⁻¹⁵, também já foi observado que esse ângulo pode ser de 3° a 5° maior em indivíduos do sexo feminino que em indivíduos do sexo masculino¹⁶. Apesar disso, segundo Maillart, a precisão na determinação da idade do indivíduo é satisfatória quando se utiliza do ângulo da mandíbula para tentar determiná-la.

Existem algumas dificuldades quando fazemos uso de radiografias panorâmicas para a obtenção das medidas dos ângulos mandibulares, no caso de Maillart, as marcações foram realizadas à mão, entretanto, já havia sido verificado que quando marcas são realizadas à mão, com um lápis de chumbo, ocorre maior margem de erro das medidas angulares¹⁷. Esta preocupação já não ocorre no caso da TCFC, pois as medidas são realizadas com o auxílio das ferramentas do software.

Além disso, essas técnicas radiográficas mais modernas têm lançado nova luz na conduta da identificação post-mortem de indivíduos, pois técnicas como a TCFC podem ser utilizadas tanto em casos onde o cadáver já se encontra em estágio de decomposição avançado, assim como em casos em que o indivíduo ainda não nasceu^{2,7,9}.

Também já foi constatado que as radiografias bidimensionais não apresentam resolução tão boa como as TCFC e, muitas vezes, não são capazes de detectar variações anatômicas em regiões que necessitam de maior sutileza para a correta observação, como é o caso da região do *forame mental*, por isso, não é uma técnica considerada boa para a visualização do *forame mental*¹⁸⁻¹⁹. Já a TCFC, por apresentar uma maior nitidez de imagem, é considerada uma ferramenta útil para a obser-

vação da presença de *forame mental* acessório, assim como para a detecção da presença de variações anatômicas mais sutis na região de cabeça e pescoço²⁰⁻²¹.

A literatura nos mostrou que a utilização de técnicas mais modernas podem trazer melhores resultados que as técnicas mais antigas visto que as ferramentas mais modernas e a melhor qualidade da imagem podem ser um auxílio a mais para a identificação e resolução do enigma^{7,19-21}.

No presente estudo, os resultados demonstraram que a técnica preconizada por Maillart em radiografias panorâmicas pode ser facilmente transposta para a técnica da TCFC, apresentando alta replicabilidade tanto intra-examinador como inter-examinador. A partir desse ponto, pode-se pensar em utilizar as equações de regressão propostas por Maillart em TCFC para o auxílio na determinação da idade de indivíduos *post-mortem*.

Conclusão

Portanto, conclui-se que o método é bem reproduzível utilizando-se tomografia computadorizada de feixe cônico, visto que houve grande concordância entre os examinadores e a técnica preconizada por Maillart pode ser aplicada em exames de imagens mais modernos.

Referências

1. Dudar JC, Pfiffer S, Saunders SR. Evaluation of morphological and histological adult skeletal age-at-death estimation techniques using ribs. *J Forensic Sci.* 1993;38(3):677-85.
2. Leth PM. Computerized tomography used as a routine procedure at post-mortem investigations. *Am J Forensic Med Pathol.* 2009;30(3):219-22. doi: 10.1097/PAF.0b013e318187e0af.
3. Maat GJ, Maes A, Aarents MJ. Histological age prediction from the femur in a contemporary Dutch sample. The decrease of non-remodeled bone in the anterior cortex. *J Forensic Sci.* 2006; 51(2):230-7.
4. Maillart D. Determinação da idade óssea através do estudo pantomográfico das variações dos ângulos mandibulares e posições dos forames mentonianos (dissertação de mestrado). São Paulo: Programa de Pós-Graduação em Clínicas Odontológicas da Universidade de São Paulo, área de concentração: Radiologia; 1984.
5. Franklin D, O'Higgins P, Oxnard CE, Dadour I. Discriminant function sexing of the mandible of indigenous South Africans. *Forensic Sci Int.* 2008;179(1):84.e1-5. doi: 10.106/j.forsciint.2008.03.014. Epub 2008 May 7.
6. Kharoshah MA, Almadani O, Ghaleb SS, Zaki MK, Fattah YA. Sexual dimorphism of the mandible in a modern Egyptian population. *J Forensic Leg Med.* 2010;17(4):213-5.
7. Sakurai T, Michiue T, Ishikawa T, Yoshida C, Sakoda S, Kano T, et al. Postmortem CT investigation of skeletal and dental maturation of the fetuses and newborn infants: a serial case study. *Forensic Sci Med Pathol.* 2012;8(4):351-7.
8. Giurazza F, Del Vescovo R, Schena E, Battisti S, Cazzato RL, Grasso FR, et al. Determination of stature from skeletal and skull measurements by CT scan evaluation. *Forensic Sci Int.* 2012; 222(1-3):398.e1-9.
9. Minier M, Dedouit F, Maret D, Vergnault M, Mokrane FZ, Rousseau H, et al. Fetal age estimation using MSCT scans of the mandible. *Int J Legal Med.* 2014;493-9. doi: 10.1007/s00414-013-0933-5. Epub 2013. Nov 10.

10. Angel JS1, Mincer HH, Chaudhry J, Scarbecz M. Cone-beam computed tomography for analyzing variations in inferior alveolar canal location in adults in relation to age and sex. *J Forensic Sci.* 2011;56(1): 216-9. doi: 10.1111/j.1556-4029.2010.01508.x.
11. Giles E. Sex determination by discriminant function analysis of the mandible. *Am J Phys Anthropol.* 1964;22:129-35.
12. Damera A, Mohanalakshmi J, Yellarthi PK, Rezwana BM. Radiographic evaluation of mandibular ramus for gender estimation: Retrospective study. *J Forensic Dent Sci* 2016;8(2):74-8.
13. Ohm E, Silness J. Size of the mandibular jaw angle related to age, tooth retention and gender. *J Oral Rehabil.* 1999;26(11): 883-91.
14. Iazard G. The goniomandubular angle in dento-facial orthopedias (Abstract). *Int J Orthodontia.* 1927;13:578.
15. Keen JA. A study of the angle of the mandible. *J Dent Res.* 1945;24:77.
16. Casey DM, Emrich LJ. Changes in the mandibular angle in the edentulous state. *J Prosthet Dent.* 1988;59(3):373-80.
17. Bjørk A, Solow B. Measurement on radiographs. *J Dent Res.* 1962;41:672-83.
18. Imada TS, Fernandes LM, Centurion BS, de Oliveira-Santos C, Honório HM, Rubira-Bullen IR. Accessory mental foramina: prevalence, position and diameter assessed by cone-beam computed tomography and digital panoramic radiographs. *Clin Oral Implants Res.* 2014;25(2):e94-9.
19. Muínelo-Lorenzo J, Suárez-Quintanilla JA, Fernández-Alonso A, Varela-Mallou J, Suárez-Cungueiro MM. Anatomical characteristics and visibility of mental foramen: Panoramic radiography vs. Cone beam CT. *Med Oral, Patol Oral, Cir Bucal.* 2015;1; 20(6):e707-14.
20. Naitoh M, Hiraiwa Y, Aimiya H, Gotoh K, Arijii E. Accessory mental foramen assessment using cone-beam computed tomography. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol Endod.* 2009;107(2):289-94.
21. Katakami K, Mishima A, Shiozaki K, Shimoda S, Hamada Y, Kobayashi K. Characteristics of accessory mental foramina observed on limited cone-beam computed tomography images. *J Endod.* 2008;34(12):1441-5.

Endereço para correspondência:

Cláudia F. J. Arruda
Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia
Av. Professor Lineu Prestes, 2227 – Cidade Universitária
São Paulo-SP, CEP 05508-000
Brasil

E-mail: claudia.arruda@usp.br

Recebido em 23 de novembro de 2016
Aceito em 26 de junho de 2017