



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

CARLA APARECIDA BERNARDES DA COSTA MENESES NUNES

**Relações anatomotopográficas entre raízes e lesões periapicais
de dentes superiores posteriores com o seio maxilar**

**Goiânia
2014**

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS (TEDE) NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☐ Dissertação ☒ Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor (a):	Carla Aparecida Bernardes da Costa Meneses Nunes				
E-mail:	carlacmnunes@yahoo.com.br				
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? ☒ Sim ☐ Não					
Vínculo empregatício do autor					
Agência de fomento:			UF: GO		Sigla: _____
País:	Brasil	UF:	GO	CNPJ:	
Título:	Relações anatomotopográficas entre raízes e lesões periapicais de dentes superiores posteriores com o seio maxilar				
Palavras-chave:	Seio maxilar. Anatomia. Lesão periapical. Sinusite. Tomografia Computadorizada de feixe cônico.				
Título em outra língua:	Topographic anatomical relationship between roots and periapical lesions of maxillary posterior teeth with the maxillary sinus.				
Palavras-chave em outra língua:	Maxillary sinus. Anatomy. Periapical lesion. Sinusitis. Cone beam computed tomography.				
Área de concentração:	Dinâmica do Processo Saúde-Doença.				
Data defesa: (dd/mm/aaaa)	02/10/2014				
Programa de Pós-Graduação:	Ciências da Saúde da Universidade Federal de Goiás				
Orientador (a):	Prof. Dr. Carlos Estrela				
E-mail:	estrela3@terra.com.br				
Co-orientador (a):*	Prof. Dr. Orlando Aguirre Guedes			CPF: 926093251-34	
E-mail:	orlandoaguedes@yahoo.com.br				

*Necessita do CPF quando não constar no SisPG

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento ☐ SIM ☒ NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Assinatura do (a) autor (a)

Data: ____ / ____ / ____

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☐ Dissertação ☒ Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação

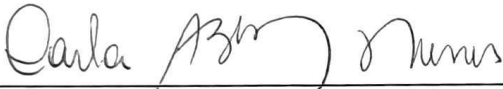
Nome completo do autor: *Carla Aparecida Bernardes de Costa Meneses Nunes*

Título do trabalho: *Relação anatomo-topográfica entre raízes e lesões periapicais de dentes superiores posteriores com o seio maxilar*

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento ☒ SIM ☐ NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.


Assinatura do (a) autor (a) ²

Data: 02 / 05 / 2023

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

²A assinatura deve ser escaneada.

CARLA APARECIDA BERNARDES DA COSTA MENESES NUNES

**Relações anatomotopográficas entre raízes e lesões periapicais
de dentes superiores posteriores com o seio maxilar**

Trabalho apresentado ao Programa
de Pós-Graduação em Ciências da
Saúde da Universidade Federal de
Goiás para obtenção do Título de
Doutor em Ciências da Saúde

Orientador: Prof. Dr. Carlos Estrela

Co-orientador: Prof.Dr.Orlando A. Guedes

**Goiânia
2014**

**Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde
da Universidade Federal de Goiás**

BANCA EXAMINADORA DA TESE DE DOUTORADO

Aluna: Carla Aparecida Bernardes da Costa Meneses Nunes

Orientador: Prof. Dr. Carlos Estrela

Co-Orientador: Prof. Dr. Orlando Aguirre Guedes

Membros:

1. Prof. Dr. Carlos Estrela

2. Prof. Dr. Orlando Aguirre Guedes

3. Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora

4. Prof. Dr. Brunno Santos de Freitas Silva

5. Prof.^a Dra. Ana Helena Gonçalves de Alencar

Suplentes

1. Prof.^a Dra. Maria Alves Garcia Santos Silva

2. Prof. Dr. Daniel de Almeida Decurcio

Data :02/10/2014

***Dedico este trabalho aos meus filhos Fernanda e Vinicius, razão
principal da minha existência.***

Agradecimentos

A Deus pela oportunidade de poder aprimorar meu espírito, rodeada de tão bons amigos,

Aos meus pais Sebastião e Júlia exemplos de retidão e amor incondicional e ao meu irmão Carlos pelo carinho e apoio essenciais,

Ao meu esposo Antônio Carlos companheiro de todas as horas,

Ao Prof. Dr. Carlos Estrela pelo incentivo, amizade e oportunidade de realizar este sonho,

Ao Prof. Dr. Orlando Aguirre Guedes pela dedicação, paciência e orientação ao longo desta jornada,

A Prof.^a Dr.^a Ana Helena Gonçalves de Alencar, amiga querida desde os tempos da graduação, por dispensar parte do seu precioso tempo em meu auxílio,

Ao Prof. Dr. Daniel de Almeida Decurcio pela colaboração na parte técnica, atenção e disponibilidade,

As minhas queridas ex-alunas, e hoje colegas de trabalho, Dr.^a Elaine Moreira Macedo e Dr.^a Jordana Almeida Moraes Kunzler sem as quais a realização deste trabalho não seria possível,

A minha colega radiologista Dr.^a Ana Flávia Nomelini Silva pelo carinho, disponibilidade e parceria essenciais ao desenvolvimento desta pesquisa,

Ao meu grande amigo, conselheiro e sempre mestre Prof. Dr. Elismauro Francisco de Mendonça pelas palavras sábias e encorajadoras em todos os momentos,

Ao Programa de Pós Graduação em Ciências da Saúde da UFG, na pessoa do Prof. Dr. Paulo César da Veiga Jardim, pela oportunidade de

vivenciar um modelo de ensino que contempla a interdisciplinaridade e valoriza a troca de saberes em prol daqueles que mais merecem todo nosso esforço: nossos pacientes,

A Diretora da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás Prof.^a Dr.^a Enilza Maria Mendonça de Paiva pela confiança e apoio ao meu trabalho,

Aos colegas da disciplina de Diagnóstico Bucal da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás que supriram minhas ausências com disposição e companheirismo,

A minha colega Prof.^a Dr.^a Maria Inêz Lemos Peliz pelos desenhos esquemáticos realizados

E a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho!

Sumário

Artigo 1

Figuras e tabelas	vii
Símbolos, siglas e abreviaturas	viii
Resumo	ix
Abstract	x
1. Introdução	11
2. Objetivos	14
3. Material e método	15
4. Resultados	21
5. Discussão	26
6. Conclusões	30

Artigo 2

Figuras e tabelas	xxxi
Símbolos, siglas e abreviaturas	xxxii
Resumo	xxxiii
Abstract	xxxiv
1. Introdução	35
2. Objetivos	38
3. Material e método	39
4. Resultados	45
5. Discussão	50
6. Conclusões	55
7. Referências bibliográficas	56
Anexo 1. Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa	64
Anexo 2. Normas de publicação do periódico	67
Anexo 3. Artigo 1 – versão para submissão	72
Anexo 4. Artigo 2 – versão para submissão	102

Artigo 1 - Figuras e tabelas

Figura 1.	Cortes transversais de TCFC de pré-molares superiores com mensurações (mm) da: A e B) distância ápice / soalho do SM (verde); A) ECU em unirradicular (lilás); B) ECV (azul); ECP (vermelho) e ECF (amarelo) em birradicular.	17
Figura 2.	Cortes transversais de TCFC de molares superiores com mensurações (mm) da: A, B e C) distância ápice / soalho do SM (verde); A) ECMV (rosa); B) ECP (vermelho); C) ECDV (azul) e ECF (amarelo).	18
Figura 3.	Desenho esquemático da Relação Vertical entre o soalho do SM e as raízes dos molares superiores de acordo com Kwak <i>et al.</i> (2004)	19
Figura 4.	Desenho esquemático da Relação Horizontal entre o soalho do SM e as raízes dos molares superiores adaptado de Kwak <i>et al.</i> (2004)	19
Figura 5.	Relação Vertical: A) Tipo 1; B) Tipo 2; C) Tipo 3; D) Tipo 4; E) Tipo 5, e Horizontal: F) Tipo 1H; G) Tipo 2H; H) Tipo 3H; I) Tipo 4H; J) Tipo 5H, (Kwak <i>et al.</i> , 2004 - adaptada) em cortes transversais de TCFC. (V - vestibular; P- palatal)	20
Figura 6.	Gráfico da faixa etária dos participantes	21
Tabela1.	Distância entre ápice radicular e soalho do SM (mm) nos grupos dos pré-molares e molares.	21
Tabela 2.	Distância entre ápice radicular e SM (mm), no grupo dos pré-molares.	22
Tabela 3.	Distância entre ápice radicular e SM (mm) no grupo dos molares.	23
Tabela 4.	Espessura da cortical do soalho do SM (mm) no grupo dos pré-molares e molares.	23
Tabela 5.	Espessura da cortical do soalho do SM (mm) na região dos pré-molares.	23
Tabela 6.	Espessura da cortical do soalho do SM (mm) na região dos molares	24
Tabela 7.	Relação Vertical entre as raízes dos molares e o SM.	24
Tabela 8.	Relação Horizontal entre as raízes dos molares e o SM.	25

Artigo 1 - Símbolos, siglas e abreviaturas

>	Maior que
<	Menor que
≥	Maior ou igual que
±	Mais ou menos
=	Igual
$\bar{X}$	Média
dp	Desvio padrão
n	Número da amostra
p	Níveis de significância
%	Porcentagem
<i>et al.</i>	e outros
®	Marca registrada
DV	Disto vestibular
ECDV	Espessura da cortical óssea do soalho do SM mais próxima ao ápice da raiz DV
ECF	Espessura da cortical óssea do soalho do SM mais próxima à região de furca
ECMV	Espessura da cortical óssea do soalho do SM mais próxima ao ápice da raiz MV
ECP	Espessura da cortical óssea do soalho do SM mais próxima ao ápice da raiz P
ECU	Espessura da cortical óssea do soalho do SM mais próxima ao ápice da raiz única
ECV	Espessura da cortical óssea do soalho do SM mais próxima ao ápice da raiz V
EUA	Estados Unidos da América
GO	Goiás
IBM	International Business Machines
kVp	Quilovoltagem pico
LTDA	Limitada
MV	Mesio vestibular
MI	<i>Michigan</i>
mA	Miliampere
mm	Milímetro
NY	New York
P	Palatal
RDV	Distância entre o ápice da raiz DV e o soalho do SM
RMV	Distância entre o ápice da raiz MV e a cortical externa do soalho SM
RP	Distância entre o ápice da raiz P e o soalho do SM
RU	Distância entre o ápice da raiz única e a cortical externa do soalho do SM
RV	Distância entre o ápice da raiz V e o soalho do SM
SM	Seio Maxilar
TC	Tomografia Computadorizada
TCFC	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico
™	<i>Trademark</i>
V	Vestibular

Artigo 1 - Resumo

Objetivo: Analisar a relação anatomotopográfica de dentes superiores posteriores com o seio maxilar (SM) por meio da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC). **Material e método:** Uma amostra de 202 exames de TCFC, constituída de imagens de 600 pré-molares e 600 molares superiores foi selecionada para o estudo. A distância entre os ápices radiculares e o soalho do SM assim como, a espessura da cortical óssea do soalho do SM na região mais próxima aos ápices radiculares e à furca, foi mensurada. A relação vertical e a horizontal do soalho do SM com as raízes dos molares foram classificadas de acordo com Kwak *et al.* (2004) com adaptação. Após a obtenção da média e do desvio padrão das distâncias e das espessuras, a diferença entre as distâncias, assim como entre as espessuras, foi avaliada pelo teste Kruskal-Wallis. A diferença entre os tipos de relação vertical, assim como entre os tipos de relação horizontal, nos molares foi avaliada pelo teste do Qui-quadrado. Foram considerados significativos valores de $p < 0,05$. **Resultados:** A menor distância entre ápice e soalho do SM foi verificada na raiz mesio vestibular dos segundos molares ($0,36 \pm 1,16$ mm) e a maior distância na raiz vestibular dos primeiros pré-molares ($5,47 \pm 4,40$ mm). No grupo dos pré-molares unirradiculares a maior proximidade do ápice com o SM foi encontrada nas raízes dos segundos pré-molares ($1,71 \pm 2,81$ mm). A maior espessura da cortical óssea do soalho do SM foi observada na região do ápice dos primeiros pré-molares ($1,28 \pm 0,42$ mm) e a menor na região dos ápices dos segundos molares ($0,65 \pm 0,41$ mm). Não houve diferença significativa entre as raízes mesio vestibular, disto vestibular e palatal dos molares no que diz respeito à espessura da cortical óssea. A relação vertical mais verificada nos molares foi a Tipo 2 e, a horizontal a Tipo 2H. **Conclusões:** As raízes dos molares superiores apresentaram maior proximidade com o SM quando comparadas às dos pré-molares; a espessura da cortical óssea do soalho do SM na região mais próxima aos ápices e à região de furca mostrou-se similar; as raízes dos molares superiores apresentaram com maior frequência uma relação vertical e horizontal de proximidade com o SM.

Palavras-chave: Seio maxilar, anatomia, tomografia computadorizada de feixe cônico.

Artigo 1 - Abstract

Purpose: To analyze the topographical anatomic relationship between the maxillary posterior teeth and the maxillary sinus (MS) using cone beam computed tomography (CBCT). **Methods:** A sample of 202 CBCT examinations, consisting of 600 premolars and 600 molars were selected for the study images. The distance between the root apex and the floor of the MS as well as the thickness of the cortical bone of the floor of the MS in closer to root apex and furcation region was measured. The vertical and horizontal relationships of the MS floor with the roots of the molars were classified according to Kwak et al. (2004) with adaptation. The mean and standard deviation of distances and thicknesses were obtained. The difference between the distances, as well as between cortical thicknesses was evaluated by Kruskal-Wallis test. The difference between the types of the vertical relationship, as well as between the types of the horizontal relationship, of the molars was assessed by Chi-square test. Significant values were considered $p < 0.05$. **Results:** The shortest distance between the apex and the MS floor was observed in MB root of the second molar (0.36 ± 1.17 mm) and the longest distance in V root of the first premolar (5.47 ± 4.43 mm). In the group of single-rooted premolar, the closest distance between the apex and the MS floor was observed in the roots of the second premolar (1.71 ± 2.81 mm). The greater cortical thickness of the floor of the MS was observed in the first premolar area (1.28 ± 0.42 mm) and the lower, in the second molar area (0.65 ± 0.41 mm). There was no statistically significant difference in the thickness of cortical bone in relation to proximity to the apex of the MB, DB and P roots of the molars. The vertical relationship most observed in the molars was Type 2 and the horizontal was type 2H. **Conclusions:** The roots of the upper molars showed greater proximity to SM when compared to premolar; the thickness of the cortical bone of the floor of the SM in the region closest to the apex and furcation area was found to be similar; the roots of the upper molars presented more frequently a vertical and horizontal relationship of proximity with the SM.

Keywords: anatomy, maxillary sinus, cone beam computed tomography.

Artigo 1

1. Introdução

O seio maxilar (SM) consiste em uma cavidade localizada no corpo e processo zigomático da maxila e é comparado a uma pirâmide quadrangular, tendo como base a parede lateral da cavidade nasal e como ápice o osso zigomático. O seu desenvolvimento inicia-se por volta do décimo sétimo dia de vida intra-uterina, ao nascimento é pequeno e possui a forma de uma fenda. Após o nascimento, continua seu crescimento em sentido lateral e inferior; por volta dos 12 anos de idade atinge, inferiormente, o nível da cavidade nasal e depois se estende de 4 a 5 mm inferiormente a ela (Jun *et al.* 2005; White & Pharoah, 2007). Na fase adulta o soalho do SM é formado pelo recesso alveolar, que se situa em um nível mais baixo que o do soalho da cavidade nasal. As raízes do primeiro molar e segundo pré-molar apresentam-se em estreita proximidade com o SM, podendo projetar-se através de seu soalho. Quando este fato ocorre, normalmente, estão cobertas por uma camada fina de osso e mucosa (Shankar *et al.*, 1997). Esta relação anatômica favorece o aparecimento de alterações inflamatórias e / ou traumáticas no SM.

As bactérias e os produtos da decomposição pulpar podem disseminar-se por vários trajetos, sendo que a posição anatômica das raízes dos dentes superiores posteriores favorece o alcance do SM (Cohn 1999; Sandler 1999; Obayashi *et al.*, 2004; Ariji *et al.*, 2006; Cymermann *et al.*, 2011). Além destes processos infecciosos do canal radicular, a sobreinstrumentação, a sobreirrigação e a sobreobturação representam erros de procedimentos operatórios, que dependendo da disposição anatômica das raízes podem agredir o SM. Ainda, durante procedimentos cirúrgicos nos dentes superiores posteriores, existe risco de invasão do SM com a possibilidade de intrusão de material ou raízes dentárias. A introdução de substâncias que apresentam zinco em sua composição pode favorecer o crescimento de fungos inalados pelo paciente (Dunlop, 1999). Aproximadamente 10% das sinusites maxilares apresentam origem

odontogênica, o que pode dificultar o diagnóstico e confundir o paciente e o profissional (Cohn, 1999; Sandler, 1999; Brook, 2006; Neville *et al.*, 2009).

A imagem radiográfica representa o recurso mais utilizado para a análise da relação anatomotopográfica entre os dentes superiores posteriores e o SM. Oberli *et al.* (2007) analisaram o risco da ocorrência de comunicação buco-antral, pela relação das raízes de pré-molares e molares com o SM, durante a realização de cirurgia parendodôntica, por meio de radiografias periapicais. No entanto, verificaram que as radiografias periapicais não conseguiram determinar o risco da possível perfuração do soalho do SM. A limitação decorrente da representação bidimensional da imagem impossibilita a correta interpretação da relação das raízes e lesões periapicais (LP) com o soalho do SM. A radiografia periapical, panorâmica e a tomografia pluridirecional representam imagens bidimensionais, as quais são inadequadas para as análises morfométricas precisas das relações ósseas com os dentes (Eberhardt *et al.*, 1992, Durak & Patel, 2012).

Desde a introdução da tomografia computadorizada (TC) (Ambrose, 1973; Housfield, 1973) tem sido observado que sua aplicação clínica permitiu significativa revolução na Odontologia (Arai *et al.*, 1999; Cotton 2007; Dudic *et al.*, 2009; Al-Rawi *et al.*, 2010). A anatomia do SM, no que diz respeito à presença de septos ósseos, foi analisada por meio de TC por Koymen *et al.* (2009) e Park *et al.* (2011). Diversos estudos demonstraram a importância do exame tomográfico para análise das características morfológicas do SM e de sua relação com as raízes dos dentes superiores (Eberhardt *et al.*, 1992; Kwak *et al.*, 2004; Sharan & Madjar, 2006; Arijji *et al.*, 2006).

A TCFC apresenta vantagens em relação à TC, como o menor tempo de aquisição, a limitação da área irradiada, a precisão da imagem e a redução da dose de radiação para o paciente. Ainda, a TCFC propicia a reconstrução multiplanar e a obtenção da imagem tridimensional. A sua aplicação na Odontologia tem contribuído para a obtenção de diagnósticos mais precisos e planejamentos clínicos mais exitosos (Arai *et al.*, 1999; Cotti & Campisi, 2004; Estrela *et al.*, 2008; Scarfe & Farman 2008; White, 2008; Nair *et al.*, 2010; Vandenberghe *et al.*, 2010; Ritter *et al.*, 2011; Durak & Patel, 2012). Low *et al.* (2008) compararam imagens de radiografias

periapicais com imagens de TCFC utilizadas no diagnóstico pré-operatório de dentes posteriores superiores com possível indicação de cirurgia apical. Neste estudo, 34% das lesões detectadas nas imagens da TCFC não foram observadas nas radiografias periapicais. Yoshmine *et al.* (2012) analisaram as características anatômicas dos dentes superiores posteriores e do SM usando a TCFC, e verificaram que para avaliação inicial apropriada no tratamento com implantes dentários a TCFC deve ser recomendada.

A relação de proximidade do soalho do SM com os ápices dos dentes superiores posteriores tem sido estudada por meio da TCFC, em diferentes populações, no intuito de estabelecer a importância de prevenir procedimentos iatrogênicos e minimizar os riscos de doenças infecciosas disseminarem-se para o interior do SM (Kilic *et al.*, 2010, Jung & Cho, 2012 e Pagin *et al.*, 2013).

A constituição biológica das diferentes populações apresenta uma diversidade de características genéticas que pode determinar relações anatomotopográficas distintas. Desta forma, o conhecimento da anatomia da maxila, em especial do SM e sua relação com os dentes posteriores, torna-se importante para o diagnóstico e manejo terapêutico de alterações inflamatórias que possam estabelecer-se tanto no SM quanto na região apical. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar as relações anatomotopográficas entre as raízes dos dentes superiores posteriores e o SM por meio de TCFC.

2. Objetivos

Objetivo geral

Avaliar a relação anatomotopográfica entre dentes superiores posteriores e o SM por meio da TCFC.

Objetivos específicos

1. Mensurar a distância entre os ápices das raízes de pré-molares e molares superiores e o soalho do SM;
2. Mensurar a espessura da cortical óssea do soalho do SM na região dos ápices radiculares e na região de furca de pré-molares e molares superiores;
3. Determinar a relação vertical e horizontal entre o soalho do SM e as raízes dos molares superiores.

3. Material e método

O presente estudo transversal retrospectivo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás, em 02/09/2013, com número do parecer: 391.886 (Anexo 1).

Seleção da amostra

A amostra foi selecionada a partir de um banco de dados de uma clínica privada (Tomografia Computadorizada Odontológica LTDA, TCO, Goiânia - GO Brasil), e composta por exames de TCFC de pacientes indicados com finalidade de diagnóstico, no período de janeiro de 2009 a julho de 2013. Os critérios de inclusão foram exames de TCFC de maxila apresentando todos os primeiros e segundos pré-molares, e primeiros e segundos molares com rizogênese e erupção completa. Os critérios de exclusão foram exames que apresentavam imagem de aparelho ou aparato de contenção ortodôntica, de reabsorção externa do ápice radicular, de lesão periapical (LP), de alterações ósseas associadas à doenças sistêmicas e de neoplasias benignas e/ou malignas nas maxilas e no SM.

As imagens de TCFC foram obtidas com o sistema I-CAT Cone Beam 3D (Imaging Sciences International, Hatfield, Pensilvânia, EUA) com campo de visão de 16 cm x 6 cm (Fields of view - FOV). Todos os volumes foram reconstruídos com voxel isotrópico e isométrico (0,25 × 0,25 × 0,25 mm voxels), tensão de tubo de 120k Vp e corrente do tubo de 3,8 mA, com tempo de exposição de 40 segundos. As imagens foram analisadas com o próprio programa do tomógrafo (Xoran versão 3.1.62; Xoran Technologies, Ann Arbor, MI, EUA), em um computador com sistema operacional Microsoft Windows® 7 Professional 32-Bit, com XP Mode (Microsoft Corporation, Redmond, WA, EUA), com 2ª Geração do Processador Intel® Core™ i5-2400, 3.1GHz até 3.4GHz com Intel® Turbo Boost 2.0, 4 Threads, 6Mb Cache (Intel Corporation, EUA), placa de vídeo nVidia GeForce GT620 1GB, 64-bits (NVIDIA Corporation, EUA) e monitor Dell E2211H de 21,5 pol. - Widescreen resolução de 1920x1080 pixels (Dell Corporation, Round Rock, Texas EUA).

Delineamento experimental

O método para análise da relação das raízes dos dentes superiores com o soalho do SM, usando imagens de TCFC, foi baseado na mensuração das distâncias entre os ápices dentários e a borda inferior da cortical do soalho do SM. A espessura da cortical do soalho do SM foi mensurada na região mais próxima dos ápices e na região de furca. Para as mensurações, uma ferramenta específica do programa do I-CAT foi utilizada, a qual forneceu resultados em milímetros, sendo as medidas efetuadas em cortes transversais com espessura de 1 mm.

Todas as medidas e análises foram realizadas por dois examinadores conjuntamente, sendo os dois especialistas em radiologia odontológica e imaginologia, com experiência em TCFC por mais de cinco anos. Os examinadores foram calibrados previamente por meio da análise de exames de TCFC que seguiam os critérios de inclusão e exclusão do trabalho, sendo o total correspondente a 10% da amostra. Na ausência de consenso, um terceiro examinador, com a mesma qualificação, era convocado para decisão final.

Para mensuração da distância entre a raiz e a cortical do soalho do SM era selecionado o corte transversal que evidenciava o ápice radicular e, a partir dele, a medida da menor distância no sentido vertical até a borda inferior da cortical óssea do soalho era estabelecida. A medida da espessura era realizada da borda inferior até a superior da cortical, em direção perpendicular à cortical. Para mensuração da espessura da cortical óssea, na região mais próxima à furca, era selecionado o corte transversal que evidenciava simultaneamente a raiz vestibular (V) e palatal (P), e a medida também realizada entre a borda inferior e superior da cortical.

No grupo dos pré-molares, as medidas obtidas foram: RU- distância entre o ápice de dentes unirradiculares e a cortical do soalho do SM; RV- distância entre o ápice da raiz V e a cortical do soalho do SM; RP- distância entre o ápice da raiz P e a cortical do soalho do SM; ECU - espessura da cortical óssea do soalho do SM mais próxima ao ápice de dente unirradicular; ECV - espessura da cortical óssea do soalho do SM mais próxima ao ápice da raiz V; ECP - espessura da cortical óssea do soalho do

SM mais próxima ao ápice da raiz P; ECF - espessura da cortical óssea do soalho do SM mais próxima à região de furca (Figura 1).

No grupo dos molares, as medidas obtidas foram: RMV- distância entre o ápice da raiz mesio vestibular (MV) e a cortical do soalho do SM; RDV- distância entre o ápice da raiz disto vestibular (DV) e a cortical do soalho do SM; RP- distância entre o ápice da P e a cortical do soalho do SM; ECMV - espessura da cortical óssea do soalho do SM mais próxima ao ápice da raiz MV; ECDV - espessura da cortical óssea do soalho do SM mais próxima ao ápice da raiz DV; ECP - espessura da cortical óssea do soalho do SM mais próxima ao ápice da raiz P; ECF - espessura da cortical óssea do soalho do SM mais próxima à região de furca (Figura 2).

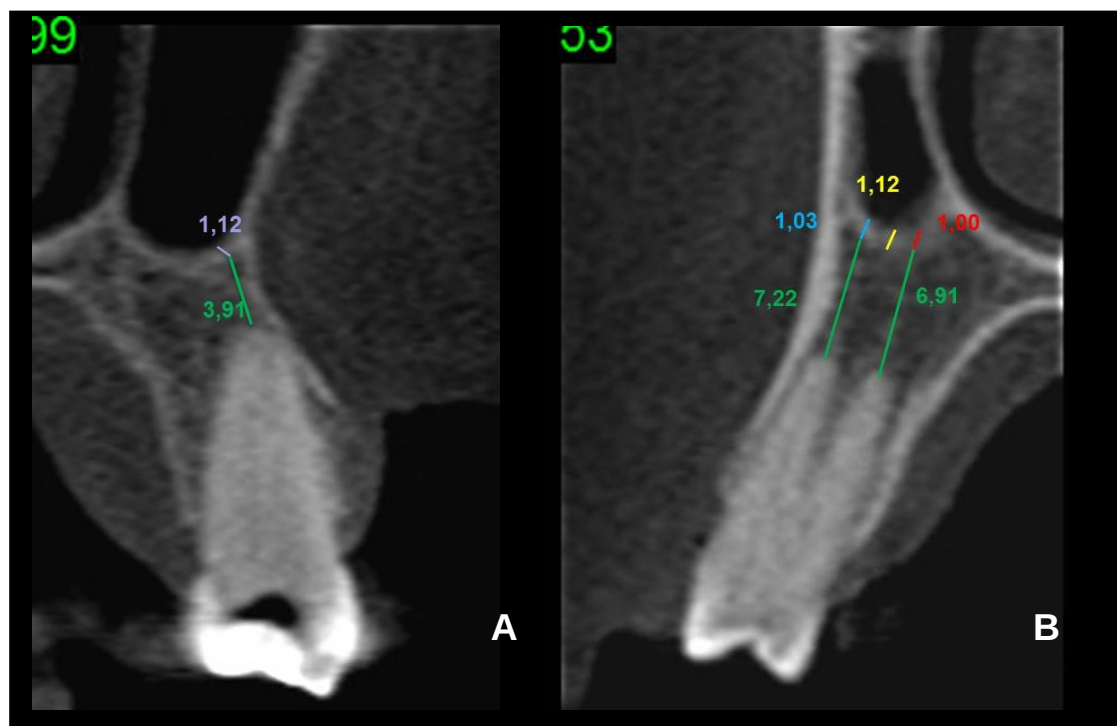


Figura 1 - Cortes transversais de TCFC de pré-molares superiores com mensurações (mm) da: A e B) distância ápice / soalho do SM (verde); A) ECU em unirradicular (lilás); B) ECV (azul); ECP (vermelho) e ECF (amarelo) em birradicular.

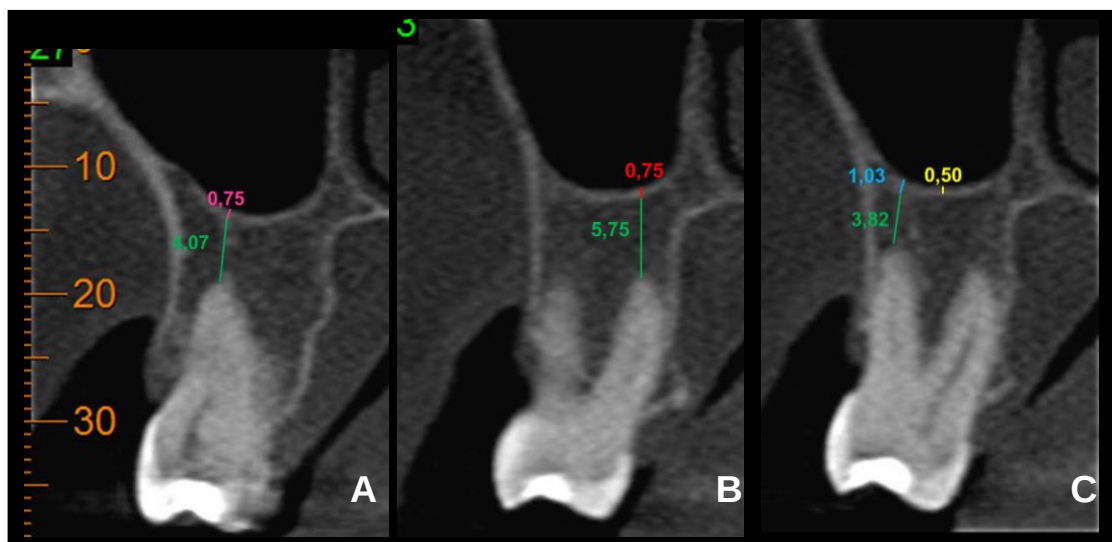


Figura 2 - Cortes transversais de TCFC de molares superiores com mensurações (mm) da: A, B e C) distância ápice / soalho do SM (verde); A) ECMV (rosa); B) ECP (vermelho); C) ECDV (azul) e ECF (amarelo).

Classificação da relação vertical e horizontal

A relação vertical entre o soalho do SM e as raízes dos molares superiores foi classificada em cinco categorias, de acordo com Kwak *et al.* (2004): Tipo I- soalho do SM localizado acima do nível que conecta os ápices das raízes V e P; Tipo II: soalho do SM localizado abaixo do nível que conecta os ápices das raízes V e P, não havendo projeção dos ápices sobre o soalho do SM; Tipo III: projeção do ápice da raiz V sobre o soalho do SM; Tipo IV: projeção do ápice da raiz P sobre o soalho do SM; Tipo V: projeções dos ápices das raízes V e P sobre o soalho do SM (Figura 3 e 5 A-E).

A relação horizontal entre o soalho do SM e as raízes dos molares superiores foi classificada em cinco categorias, adaptação da de Kwak *et al.* (2004): Tipo 1H- o recesso alveolar do SM está localizado por vestibular em relação à raiz V, podendo ou não ter extensão também entre as raízes; Tipo 2H- o recesso alveolar do SM está localizado entre as raízes V e P; Tipo 3H- o recesso alveolar do SM está localizado por palatal em relação à raiz P; podendo ou não ter extensão também entre as raízes; Tipo 4H- o recesso alveolar do SM passa acima das raízes sem estabelecer relação com elas; Tipo 5H- o recesso alveolar do SM apresenta-se por vestibular em relação à

raiz V e por palatal em relação à raiz P; podendo ou não ter extensão também entre as raízes (Figura 3 e 5 F-J).

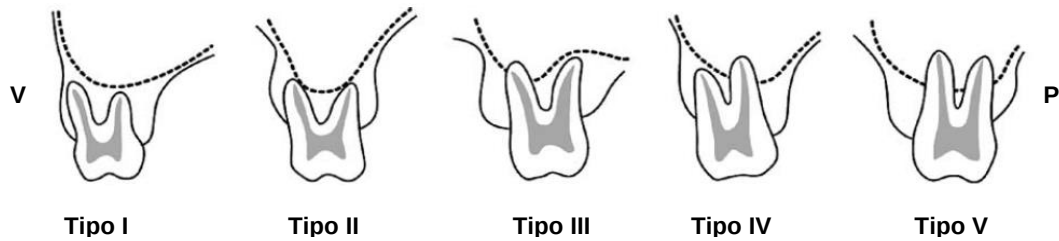


Figura 3 – Desenho esquemático da Relação Vertical entre o soalho do SM e as raízes dos molares superiores de acordo com Kwak *et.al.*(2004) (V - vestibular; P - palatal).

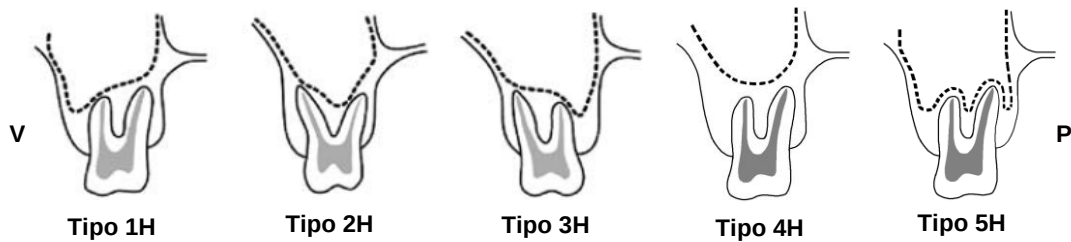


Figura 4 – Desenho esquemático da Relação Horizontal entre o soalho do SM e as raízes dos molares superiores adaptado do de Kwak *et al.* (2004) (V - vestibular; P - palatal).

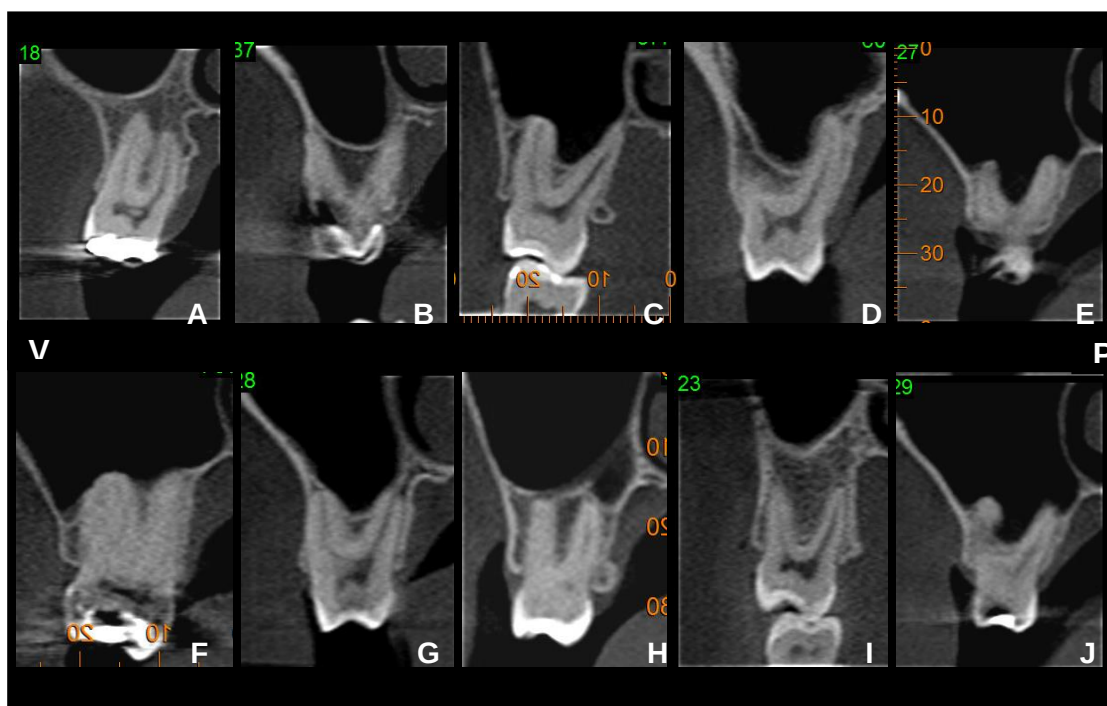


Figura 5 – Relação Vertical: A - Tipo 1; B - Tipo 2; C - Tipo 3; D - Tipo 4; E - Tipo 5, e Horizontal: F - Tipo 1H; G - Tipo 2H; H - Tipo 3H; I - Tipo 4H; J - Tipo 5H, (Kwak *et al.*, 2004 - adaptada) em cortes transversais de TCFC (V – vestibular; P – palatal).

Análise estatística

A média e o desvio padrão da distância entre os ápices e o soalho do SM; e da espessura da cortical óssea do SM foram obtidos. A diferença entre as distâncias, assim como entre as espessuras, foi avaliada pelo teste Kruskal-Wallis. A diferença estatística entre os tipos de relação vertical e a diferença entre os tipos de relação horizontal foi avaliada pelo teste do Qui-quadrado. Foram considerados significativos valores de $p < 0,05$. A análise estatística foi realizada utilizando o software Statistical Package for the Social Sciences, versão 20 (SPSS, Chicago, IL).

4. Resultados

A amostra deste estudo foi constituída por exames tomográficos de 202 pacientes, 128 do gênero feminino (63,37%) e 74 do gênero masculino (36,63%), com idade entre 15 a 80 anos (média de 40,7 anos) (Figura 6).

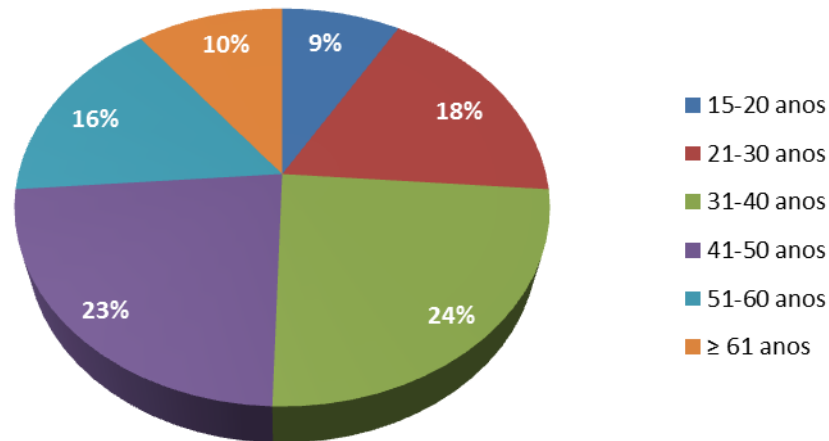


Figura 6. Gráfico da faixa etária dos participantes

Do total de 1200 dentes superiores posteriores estudados, 300 eram primeiros pré-molares, 300 segundos pré-molares, 300 primeiros molares e 300 segundos molares. De 600 pré-molares, 266 eram unirradiculares e 334 birradiculares, totalizando 934 raízes avaliadas. Todos os molares eram trirradiculares com total de 1800 raízes analisadas.

A relação de maior proximidade do ápice radicular com o soalho do SM foi verificada na região dos molares quando comparada à dos pré-molares (Tabela 1).

Tabela 1 - Distância entre ápice radicular e soalho do SM (mm) nos grupos dos pré-molares e molares.

Grupo de dentes	n	Distância ($\bar{X} \pm dp$)
Pré-molares	934	$3,54 \pm 4,16^b$
Molares	1800	$0,70 \pm 1,50^a$

(n = número de raízes; $\bar{X}$ = Média; dp = desvio padrão; letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa com $p < 0,05$ *Teste de Kruskal-Wallis).

A menor distância entre ápice e soalho do SM foi verificada na raiz MV dos segundos molares ($0,36 \pm 1,16$ mm) e a maior distância na raiz V dos primeiros pré-molares ($5,47 \pm 4,43$ mm).

No grupo dos pré-molares unirradiculares, houve diferença significativa entre o primeiro e segundo pré-molar frente à distância entre o ápice radicular e o soalho do SM, sendo a maior proximidade observada nos segundos pré-molares ($1,71 \pm 2,81$ mm). No grupo dos birradiculares a maior proximidade foi observada na raiz palatal ($2,20 \pm 2,85$ mm), apesar de não ter havido diferença significativa (Tabela 2).

Tabela 2. Distância entre ápice radicular e soalho do SM (mm) no grupo dos pré-molares.

<i>Dente</i>	<i>n</i>	<i>RU</i> (<i>X ± dp</i>)	<i>RV</i> (<i>X ± dp</i>)	<i>RP</i> (<i>X ± dp</i>)
14	150	$4,25 \pm 4,52^{A, b}$	$5,12 \pm 4,14^{A, bc}$	$4,89 \pm 4,45^{A, b}$
15	150	$1,80 \pm 2,86^{A, a}$	$3,19 \pm 3,68^{A, acd}$	$2,20 \pm 2,90^{A, ac}$
24	150	$4,98 \pm 4,97^{A, b}$	$5,47 \pm 4,43^{A, bd}$	$4,39 \pm 4,59^{A, bc}$
25	150	$1,71 \pm 2,81^{A, a}$	$3,31 \pm 4,90^{A, ac}$	$2,65 \pm 4,36^{A, ac}$

(n = número de dentes; X = Média; dp= desvio padrão; letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa nas colunas e letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa nas linhas; $p < 0,05$ *Teste de Kruskal-Wallis).

No grupo dos molares, a menor distância entre ápices e soalho do SM foi observada na raiz MV dos segundos molares ($0,36 \pm 1,16$ mm), seguida da raiz P do primeiro molar esquerdo ($0,45 \pm 1,10$ mm).

Com relação à raiz MV, houve diferença significativa entre a distância do ápice radicular e o soalho do SM dos primeiros e segundos molares, sendo a maior proximidade observada na raiz MV dos segundos molares do lado esquerdo (Tabela 3).

Tabela 3. Distância entre ápice radicular e soalho do SM (mm) no grupo dos molares.

<i>Dente</i>	<i>n</i>	<i>RMV</i> (<i>X ± dp</i>)	<i>RDV</i> (<i>X ± dp</i>)	<i>RP</i> (<i>X ± dp</i>)
16	150	0,96 ± 1,79 ^{A, b}	0,97 ± 1,87 ^{A, a}	0,79 ± 1,58 ^{A, abc}
17	150	0,44 ± 1,07 ^{A, ac}	0,74 ± 1,52 ^{AB, a}	1,00 ± 1,72 ^{B, bc}
26	150	0,75 ± 1,43 ^{A, bc}	0,66 ± 1,21 ^{AB, a}	0,45 ± 1,10 ^{B, a}
27	150	0,36 ± 1,17 ^{A, a}	0,62 ± 1,53 ^{AB, a}	0,73 ± 1,63 ^{B, ab}

(n = número de dentes; X = Média; dp = desvio padrão; letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa nas colunas e letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa nas linhas; $p < 0,05$ *Teste de Kruskal-Wallis).

Não houve diferença significativa entre os valores da espessura da cortical do soalho do SM entre os grupos de dentes (Tabela 4).

Tabela 4 – Espessura da cortical do soalho do SM (mm) no grupo dos pré-molares e molares.

<i>Grupo de dentes</i>	<i>n</i>	<i>Espessura (X ± dp)</i>
Pré-molares	600	1,07 ± 0,45 ^a
Molares	600	0,81 ± 0,40 ^a

(n = número de dentes; X = Média; dp = desvio padrão; letras minúsculas iguais indicam ausência de diferença estatística; $p > 0,05$ *Teste de Kruskal-Wallis).

A maior espessura da cortical óssea do soalho do SM foi observada na região do ápice dos primeiros pré-molares (1,28 mm ± 0,42) e a menor na região dos ápices dos segundos molares (0,65 mm ± 0,41).

Não houve diferença significativa da espessura da cortical óssea na região mais próxima ao ápice e na região de furca para todas as raízes dos pré-molares (Tabela 5).

Tabela 5. Espessura da cortical do soalho do SM (mm) na região dos pré-molares (n=150).

<i>Dente</i>	<i>ECU</i> (<i>X ± dp</i>)	<i>ECV</i> (<i>X ± dp</i>)	<i>ECP</i> (<i>X ± dp</i>)	<i>ECF</i> (<i>X ± dp</i>)
14	1,26 ± 0,37 ^{A, b}	1,28 ± 0,42 ^{A, bd}	1,15 ± 0,47 ^{A, b}	1,18 ± 0,33 ^{A, b}
15	0,92 ± 0,47 ^{A, a}	1,01 ± 0,52 ^{A, acd}	0,92 ± 0,53 ^{A, ab}	1,00 ± 0,52 ^{A, a}
24	1,17 ± 0,51 ^{A, bc}	1,14 ± 0,34 ^{A, bc}	1,13 ± 0,47 ^{A, b}	1,13 ± 0,31 ^{A, bc}
25	0,96 ± 0,49 ^{A, ac}	0,94 ± 0,41 ^{A, ac}	0,77 ± 0,49 ^{A, a}	0,88 ± 0,35 ^{A, ac}

(n = número de dentes; X = Média; dp = desvio padrão; letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa nas colunas e letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa nas linhas; $p < 0,05$ *Teste de Kruskal-Wallis).

Não houve diferença significativa entre as raízes MV, DV e P dos molares no que diz respeito à espessura da cortical óssea do soalho do SM. Considerando apenas a raiz MV houve diferença significativa entre a espessura da cortical óssea do SM dos primeiros e segundos molares, sendo a menor espessura observada na raiz MV dos segundos. A espessura da cortical óssea na região de furca dos segundos molares foi maior do que a espessura da cortical mais próxima aos ápices dos primeiros e segundos molares (Tabela 6).

Tabela 6. Espessura da cortical do soalho do SM (mm) na região dos molares (n=150).

<i>Dente</i>	<i>ECMV</i> (<i>X ± dp</i>)	<i>ECDV</i> (<i>X ± dp</i>)	<i>ECP</i> (<i>X ± dp</i>)	<i>ECF</i> (<i>X ± dp</i>)
16	0,88 ± 0,45 ^{A, b}	0,85 ± 0,45 ^{A, b}	0,78 ± 0,43 ^{AB, a}	0,96 ± 0,22 ^{AC, a}
17	0,71 ± 0,42 ^{A, a}	0,76 ± 0,42 ^{AB, ab}	0,81 ± 0,38 ^{B, a}	0,98 ± 0,27 ^{C, a}
26	0,85 ± 0,48 ^{A, b}	0,75 ± 0,39 ^{AB, ab}	0,72 ± 0,43 ^{B, a}	0,95 ± 0,24 ^{AC, a}
27	0,65 ± 0,41 ^{A, a}	0,72 ± 0,45 ^{AB, a}	0,77 ± 0,46 ^{B, a}	0,95 ± 0,25 ^{C, a}

(n = número de dentes; X = Média; dp = desvio padrão; letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa nas colunas e letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa nas linhas; p<0,05 *Teste de Kruskal-Wallis).

Houve diferença significativa entre os tipos de relação vertical e entre os tipos de relação horizontal do soalho do SM com as raízes dos molares. A relação vertical mais encontrada foi a Tipo 2 (Tabela 7) e a horizontal a Tipo 2H (Tabela 8).

Tabela 7. Relação Vertical entre as raízes dos molares e o soalho do SM. *p**

<i>Dente</i>	<i>n</i>	Relação vertical				
		Tipo				
		I	II	III	IV	V
16	150	39 (26,00%)	67 (44,67%)	12 (8,00%)	25 (16,57%)	7 (4,67%)
17	150	47 (31,33%)	43 (28,67%)	41 (27,33%)	12 (8,00%)	7 (4,67%)
26	150	27 (18,00%)	82 (54,67%)	10 (6,67%)	23 (15,33%)	8 (5,33%)
27	150	38 (25,33%)	52 (34,67%)	37 (24,67%)	15 (10,00%)	8 (5,33%)
Total	600	151 (25,16%)	244 (40,67%)	100 (16,67%)	75 (12,50%)	30 (5,00%)

(n = número de dentes; p<0,05 *Teste do Qui-quadrado).

Tabela 8. Relação Horizontal entre as raízes dos molares e o soalho do SM. p^*

Dente	<i>n</i>	Relação horizontal				
		Tipo				
		1H	2H	3H	4H	5H
16	150	7 (4,67%)	93 (62,00%)	9 (6,00%)	39 (26,00%)	2 (1,33%)
17	150	20 (13,33%)	78 (52,00%)	7 (4,67%)	44 (29,33%)	1 (0,67%)
26	150	7 (4,67%)	106 (70,67%)	8 (5,33%)	29 (19,33%)	0 (0,00%)
27	150	30 (20,00%)	78 (52,00%)	5 (3,33%)	36 (24,00%)	1 (0,67%)
Total	600	64 (10,67%)	355 (59,17%)	29 (4,83%)	148 (24,67%)	4 (0,67%)

(*n* = número de dentes; $p < 0,05$ *Teste do Qui-quadrado).

5. Discussão

O SM apresenta funções essenciais na fisiologia respiratória como o aquecimento, umedecimento e filtração do ar que entra nos pulmões (Shankar *et al.*, 1997; White & Pharoah, 2000; Whaites, 2003; Gosau *et al.*, 2009). A possibilidade de invasão de agentes agressores de origem odontogênica no SM favorece o aparecimento de alterações inflamatórias e / ou infecciosas que podem gerar quadros de diagnósticos complexos. O conhecimento da relação anatomotopográfica entre os dentes superiores posteriores com o SM torna-se de extrema importância nesse contexto.

O presente estudo utilizou exames de TCFC de 202 pacientes, com idade variando de 15 a 80 anos. O término do crescimento do SM, fase na qual ele atinge seu tamanho e volume máximo, tem sido descrito como sendo entre as idades de 14 a 25 anos (Ruprecht & Lam, 2000; Mehra & Murad, 2004; Sharan & Madjar, 2006; Brook, 2006; Bahadir *et al.*, 2008). Jun *et al.* (2005) em análise do volume do SM por meio de TC descrevem o término do crescimento por volta da terceira década para o gênero masculino e da segunda década para o gênero feminino. Entretanto, vários estudos mostram que o SM pode continuar aumentando de tamanho por toda a vida, pode estender-se para os processos zigomático, frontal, alveolar e palatino da maxila, e interferir na localização do soalho do seio em relação às raízes dos dentes superiores posteriores (Shankar, 1997; Ruprecht & Lam, 2000; Hauman *et al.*, 2002; Brook, 2006).

A presença dos primeiros e segundo pré-molares, e dos primeiros e segundos molares bilateralmente foi critério de inclusão, assim um total 1616 dentes foram analisados. Deste total, 1200 dentes apresentavam aspecto tomográfico normal do periápice, ou seja, sem lesão periapical, e tiveram as medidas de distância entre ápice e SM, e de espessura da cortical óssea do soalho do SM mensuradas. Todos os exames foram adquiridos pelo mesmo aparelho com parâmetros de tamanho de FOV (16 cm X 6 cm) e voxel isotrópico e isométrico (0,25 × 0,25 × 0,25 mm voxels), o que garantiu o padrão técnico das imagens analisadas. Segundo o *European Guidelines* (SEDENTEXCT, 2012), a característica da imagem mais importante, para o

uso clínico da TCFC na Odontologia, é sua precisão geométrica. Apesar deste guia indicar a utilização do voxel de 0,12 mm para análise da anatomia dos canais radiculares em Endodontia, no que diz respeito à obtenção de mensurações e à análise anatômica em geral, não há uma indicação específica para o tamanho de voxel.

A maior proximidade com o SM foi observada nas raízes dos molares comparada as dos pré-molares. Este resultado está de acordo com os de Eberhardt *et al.* (1992) e Kwak *et al.* (2004), realizados com outras populações utilizando a TCFC.

A menor distância entre o ápice da raiz e o SM foi encontrada na raiz MV dos segundos molares. Resultado concordante com o de Eberhardt *et al.* (1992), utilizando a TC, e por Jung & Cho (2012) e Pagan *et al.* (2013), utilizando a TCFC. Porém, Kwak *et al.* (2004) e Kilic *et al.* (2010) encontraram a menor distância entre ápice radicular e SM na raiz DV de segundos molares, avaliando imagens de TC e TCFC, respectivamente. Em contraste, Yoshimine *et al.* (2012) identificaram a raiz P de primeiros molares como sendo a mais próxima do SM em imagens de TCFC.

A maior distância verificada entre o ápice radicular e o soalho do SM foi nos primeiros pré-molares o que está em concordância com o estudo de Kilic *et al.* (2010). Vale a pena ressaltar que Maillet *et al.* (2011) reportaram que a raiz MV dos segundos molares e a raiz P dos primeiros molares estão frequentemente associadas à sinusite odontogênica quando da presença de LP. Entretanto, em estudo de Obayashi *et al.* (2004) o segundo pré-molar mostrou uma maior incidência de alterações no SM quando da presença de LP, seguido do primeiro, segundo e terceiro molar, ficando o primeiro pré-molar com a menor incidência entre os dentes posteriores.

O conhecimento da espessura do soalho do SM na região dos ápices e de furca é importante na determinação do prognóstico da movimentação ortodôntica e no auxílio do planejamento funcional e estético de implantes dentários (Kwak *et al.*, 2004; Yoshimine *et al.*, 2012). A maior espessura da cortical do soalho do SM, avaliada no presente estudo, foi verificada na região do ápice dos primeiros pré-molares ($1,28 \pm 0,42$ mm) e a menor na região dos ápices dos segundos molares ($0,65 \pm 0,41$ mm). Não houve diferença significativa para estes resultados, porém é interessante observar

que a região de maior distância entre ápice radicular e soalho do SM coincidiu com a região de maior espessura da cortical mais próxima ao ápice (primeiros pré-molares), e a região de menor distância entre ápice radicular e soalho do SM coincidiu com a menor espessura da cortical mais próxima ao ápice (segundos molares). Este fato poderia ser indício de maior possibilidade de disseminação de infecções de origem dentária para o SM na região dos segundos molares quando comparado à região dos primeiro pré-molares. Porém, apesar dos valores da espessura da cortical terem mostrado-se baixos na região da raiz mais próxima ao seio, esta cortical tem sido considerada uma densa barreira frente à penetração de infecções de origem odontogênica (Mehra & Murad, 2004; Brooks 2006).

A maneira pela qual as raízes dos dentes superiores posteriores se relacionam com o SM, tanto no eixo vertical quanto no horizontal, pode se revelar como um preditor da disseminação de infecções de origem dentária. As raízes podem não só se apresentar em contato com o soalho do SM, mas também protuir para o seu interior tornando esta relação mais estreita. Todos os primeiros e segundos molares (600 dentes), tiveram a relação vertical e horizontal, entre o soalho do SM e as raízes, classificada. A relação vertical mais encontrada foi a Tipo II, na qual soalho do SM está localizado abaixo do nível que conecta os ápices das raízes V e P, não havendo protrusão dos ápices sobre o soalho do SM. Porém, contrário a esses resultados, a relação vertical mais observada em estudo de Kwak *et al.* (2004), realizado na população coreana, e de Kilic *et al.* (2010), realizado na população turca, foi a Tipo I, na qual o soalho do SM está localizado acima do nível que conecta os ápices das raízes V e P. A diferença identificada entre esses estudos pode ser atribuída não somente a diferenças metodológicas, mas também a características étnicas. Uma característica comum às classificações I e II é a ausência de protrusão das raízes sobre o soalho do SM. Essa ausência de protrusão também foi observada como mais incidente em estudos de Eberhardt *et al.* (1992), Sharan & Madjar (2006) e Pagan *et al.* (2013). Porém, Jung & Cho (2012), verificaram, na população coreana, que a relação que apresentava protrusão da raiz para o interior do SM era a mais frequente.

A relação horizontal mais encontrada foi a Tipo 2H, na qual o recesso alveolar do SM está localizado entre as raízes V e P. Resultados similares aos de Kwak *et al.* (2004) e de Jung & Cho (2012). A relação Tipo 1H, em que o recesso alveolar do SM está localizado por vestibular em relação à raiz V, apresentou uma maior frequência nos segundos molares quando comparada aos primeiros. Estes resultados estão de acordo com os estudos de Jung & Cho (2012), porém, Kwak *et al.* (2004) não observaram esta diferença entre os primeiros e segundos molares.

A presença da relação vertical Tipo II e da horizontal tipo 2H, demonstra grande proximidade da raiz com o soalho do SM, a qual pode colaborar para uma rápida e efetiva disseminação de processos infecciosos periapicais e favorecer a extensão alveolar após exodontias, comprometendo uma futura reabilitação por implantes dentários.

Em estudo de Obayashi *et al.* (2004), sobre a disseminação de infecções originadas em dentes superiores, foi observado que 65,7% dos casos analisados apresentaram destruição das corticais ósseas alveolares que envolviam estes dentes, sendo a cortical óssea vestibular a mais atingida. Apesar destas alterações terem sido mais evidentes nos dentes anteriores, 59% dos primeiros molares e 42% dos segundos molares analisados apresentaram disseminação da infecção para estas corticais. Assim, dependendo do tipo da relação horizontal, uma maior possibilidade de alterações no SM poderia se apresentar, nos casos de extensões em direção vestibular e palatal (Tipos 1H, 3H, 5H), devido à disseminação da infecção odontogênica.

Os fatores de risco para as alterações inflamatórias e / ou infecciosas no SM, de origem odontogênica, incluem a presença e extensão da lesão periodontal e a distância destas até o soalho do SM. A visualização da posição antômica dos ápices dos dentes superiores posteriores, detectadas em imagens de TCFC, oferece um novo referencial no diagnóstico das alterações do SM de origem dentária. Novos estudos são necessários para se determinar os efeitos das lesões periapicais sobre o SM.

6. Conclusões

As raízes dos molares superiores apresentaram maior proximidade com o SM quando comparadas às dos pré-molares; a espessura da cortical óssea do soalho do SM na região mais próxima aos ápices e à região de furca mostrou-se similar; as raízes dos molares superiores apresentaram com maior frequência uma relação vertical e horizontal de proximidade com o SM.

Artigo 2 - Figuras e tabelas

Figura 1.	Alterações no SM observadas em cortes sagitais de TCFC: A) Ausência de alteração; B) Espessamento da mucosa; C) Pólipo sinusal; D) Pseudocisto antral; E) Opacificação inespecífica; F) Espessamento da mucosa e periostite; G) Antrólito; H) Espessamento da mucosa e antrólito.	41
Figura 2.	Cortes transversais de TCFC: A) Pré-molar superior esquerdo com ausência de LP; B) Pré-molar superior direito com presença de LP.	42
Figura 3.	Cortes de TCFC do primeiro molar superior direito classificado como CBCTPAI 5 D/E: A) diâmetro da LP da raiz MV e P em cortes transversais; B) diâmetro da LP da raiz P em corte sagital; C) diâmetro da LP da raiz P em corte coronal; D) diâmetro da LP da raiz P em corte axial.	43
Figura 4.	Cortes transversais de TCFC de dentes com LP, com a distância entre a borda superior da LP e o SM classificada em: A) = 0; B) $> 0 < 2$ mm; C) ≥ 2 mm.	44
Figura 5.	Gráfico da faixa etária dos participantes.	45
Figura 6.	Gráfico da frequência de alterações nos SM localizados em maxilas apresentando dentes com e sem LP	46
Figura 7.	Gráfico da frequência da presença de seios com alterações, localizados em maxilas apresentando dentes com LP, classificados de acordo com o CBCTPAI.	47
Figura 8.	Gráfico da frequência de alterações do SM de acordo com a distância entre borda da LP e soalho do SM.	48
Tabela 1.	Frequência e porcentagem de seios com alteração relacionados à ausência e presença de LP, escores do CBCTPAI e distância entre a borda superior da LP e o soalho do SM.	46
Tabela 2.	Tipo e frequência das alterações presentes no SM em função da presença de lesão periapical.	49

Artigo 2 - Símbolos, siglas e abreviaturas

>	Maior que
<	Menor que
≥	Maior ou igual que
±	Mais ou menos
=	Igual
n	Número da amostra
p	Níveis de significância
%	Porcentagem
<i>et al.</i>	e outros
®	Marca registrada
CBCTPAI	Cone Beam Computed Tomography Periapical Index
EUA	Estados Unidos da América
GO	Goias
kVp	Quilovoltagem pico
LTDA	Limitada
LP	Lesão Periapical
MI	Michigan
mA	Miliampere
mm	Milímetro
PL	Periapical lesion
SM	Seio Maxilar
TC	Tomografia Computadorizada
TCFC	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico
™	Trademark

Artigo 2 - Resumo

Objetivo: Analisar o efeito da presença, dimensão e distância das lesões periapicais sobre o SM, por meio da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC). **Material e método:** A amostra foi selecionada a partir de um banco de dados de uma clínica privada, composta por exames de TCFC, no período de janeiro de 2009 a julho de 2013. Foram avaliados 143 seios maxilares localizados em maxilas que apresentavam pelo menos um dente posterior com lesão periapical (LP) e 178 em maxilas com dentes sem LP. A seguir, o diagnóstico radiográfico das alterações dos SM foi estabelecido, as LP foram identificadas e classificadas segundo o Cone Beam Computed Tomography Periapical Index (CBCTPAI), e a distância entre a borda da LP e o soalho do SM mensurada. A frequência e porcentagem de alterações no SM e da ausência e presença de dentes com LP foram obtidas, sendo a diferença entre estas avaliada pelo Teste do Qui-quadrado. Os valores de $p < 0,05$ foram considerados significativos. **Resultados:** Na presença de LP, um maior número de seios com alterações foi verificado (64,34%) ($p = 0.004$), sendo a alteração mais frequente o espessamento da mucosa. Não houve diferença significativa entre os escores do CBCTPAI 2, 3, 4, 5 com relação à presença de alteração no SM. Todos os dentes classificados com escore 5 estavam relacionados com SM que apresentavam alteração. Maior número de SM (45%) com alterações foi verificado quando a borda da LP apresentava-se justaposta ao soalho do SM ($p < 0,05$). **Conclusões:** Na presença de dentes superiores posteriores com LP houve uma frequência maior de SM com alterações; a dimensão da LP não determinou um número maior de alterações no SM; quando a borda superior da LP apresentou-se justaposta ao soalho uma maior frequência de alterações foi verificada no SM.

Palavras-chave: Lesão periapical, seio maxilar, sinusite, tomografia computadorizada de feixe cônico.

Artigo 2 - Abstract

Purpose: Analyze the effect of the presence, size and distance of periapical lesions of the maxillary posterior teeth on the maxillary sinus (MS), using Cone Beam Computed Tomography (CBCT). **Methods:** The sample was selected from a database of a private practice consisting of CBCT examinations, from January 2009 to July 2013. A number of 143 MS located in maxilla that have at least one tooth with periapical lesion (PL) and 178 in jaws with teeth without PL were selected. The radiographic diagnosis of changes in MS was established, the PL were identified and classified according to Cone Beam Computed Tomography Periapical Index (CBCTPAI) and the distance between the edge of the floor of the PL and MS was measured. The frequency and percentage changes in MS and the absence and presence of teeth with PL were obtained, and then the difference between these assessed by Chi-square. P values <0.05 were considered. **Results:** A greater number of changes was observed in the MS that had at least one tooth with PL associated ($p = 0.004$). The most frequent abnormality in the presence of PL is the the mucosa thickening. There was no significant difference between the scores 2, 3, 4, 5 and the presence of abnormality in MS. All teeth that were classified with score 5 showed associations with changes of MS. The highest number of MS with abnormalities was verified when the edge of PL presented itself juxtaposed to the floor. **Conclusions:** In the presence of upper posterior teeth with PL there was a higher frequency of MS with abnormalities; the dimension of the PL did not cause a greater number of changes in the MS; when the upper edge of the PL presented juxtaposed to the floor a higher frequency of abnormalities was observed in MS.

Key words: Periapical lesion, maxillary sinus, anatomy, sinusitis, cone beam computed tomography.

Artigo 2

1. Introdução

A presença de sintomatologia dolorosa difusa na região posterior da maxila pode apresentar-se como um quadro de difícil diagnóstico devido à relação existente entre as raízes dos dentes superiores posteriores e o soalho do SM. Devido esta íntima relação, tanto o SM quanto os dentes superiores posteriores, compartilham de um mesmo suprimento nervoso, requerendo um acurado diagnóstico diferencial quando da presença de sintomatologias dolorosas nesta região (Cohn, 2000; Hauman *et al.*, 2002; Maillet *et al.*, 2011).

O SM consiste em uma cavidade localizada no corpo e processo zigomático da maxila, comparado a uma pirâmide quadrangular, tendo como base a parede lateral da cavidade nasal e como ápice o osso zigomático. O soalho do SM se estende desde o primeiro pré-molar até o túber da maxila, podendo apresentar extensões para o osso zigomático, palatino, para o rebordo alveolar após exodontias, e para região anterior atingindo o canino. O soalho do SM situa-se em um nível mais baixo que o do soalho da cavidade nasal e estabelece uma relação de proximidade com as raízes dentárias (White & Pharoah, 2000; Hauman *et al.*, 2002; Whaites, 2003; Gosau *et al.*, 2009). Apresenta-se revestido por epitélio colunar pseudo-estratificado, sob o qual se estende a túnica própria, contendo glândulas serosas e mucosas, apresentando geralmente 1 mm de espessura (Shankar *et al.*, 1997; Ruprecht & Lam, 2000). A mucosa sinusal normal não é visualizada por meio de radiografia, entretanto, quando inflama-se, seja por um processo infeccioso ou alérgico, pode haver um aumento em sua espessura de dez a quinze vezes, tornando-a evidente. De acordo com Ruprecht & Lam (2000), um espessamento com medida superior a 3 mm provavelmente seja indicativo de patologia.

Processos infecciosos localizados na maxila podem disseminar-se ao longo de vários trajetos, dependendo da posição anatômica do dente de origem. Desta forma, bactérias e subprodutos da necrose pulpar de dentes superiores posteriores podem difundir-se para as estruturas anatômicas

adjacentes, incluindo o SM, favorecendo a instalação de alterações inflamatórias (Obayashi *et al.*, 2004; Arijji *et al.*, 2006).

A imagem radiográfica representa um importante recurso para o estabelecimento do diagnóstico de alterações periapicais e do SM. Radiografias panorâmicas, póstero anterior dos SM (Técnica de Waters) e periapicais têm sido utilizadas tanto na avaliação da integridade dos SM quanto na da sua relação com as raízes dos dentes superiores posteriores (Soikkonen *et al.*, 1995; Freedman & Horowitz, 1999; Kretzchmar *et al.*, 2003; Brook, 2006; Garcia *et al.*, 2008; Rodrigues *et al.*, 2013; Vallo *et al.*, 2010). Entretanto, apresentam limitação imposta pela representação bidimensional de estruturas tridimensionais, o que impossibilita sobretudo a correta interpretação da relação entre raízes e lesão periapical (LP) com o soalho do SM (Eberhardt *et al.*, 1992.; Oberli *et al.*, 2007).

Desde a introdução da tomografia computadorizada (TC) (Ambrose, 1973; Housfield, 1973) tem sido constatado que sua aplicação clínica possibilitou significativa revolução na área da saúde, incluindo a Odontologia (Cavalcanti & Vannier, 2000; Dudic *et al.*, 2009; Al-Rawi *et al.*, 2010). Em 2004, Obayashi *et al.* demonstraram que a TC claramente permitia a evidenciação dos trajetos de disseminação da infecção dentária na maxila. Segundo Brook (2006), a TC é o padrão referência para a análise, por imagem, dos SM devido à possibilidade de visualização de tecido ósseo, tecido mole e a obtenção de cortes estreitos e em múltiplos planos.

O desenvolvimento da TCFC, direcionado especialmente para aquisição de imagens do complexo maxilofacial, propiciou um avanço expressivo na Odontologia. Este avanço tornou possível a obtenção de uma imagem tridimensional, a produção de diversos *softwares* e expandiu a utilização da imagem para diagnóstico, e da imagem como guia de procedimentos cirúrgicos (Scarfe & Farman 2008). O tempo de aquisição, a limitação da área irradiada, a precisão da imagem e a redução da dose de radiação para o paciente apresentam-se como vantagens da TCFC em relação à TC (Cotton *et al.*, 2007; Scarfe & Farman, 2008; White, 2008; Nair *et al.*, 2010).

O emprego da TCFC na Endodontia possibilitou a análise de variações morfológicas dos canais radiculares, a determinação exata dos

ápices dentários, à avaliação da proximidade com estruturas anatômicas adjacentes e a identificação de lesões periapicais em estágios iniciais (Estrela *et al.*, 2008; Scarfe *et al.*, 2009; *Joint position statement of the American association of endodontists and the American Academy of oral and maxillofacial radiology*, 2011; *European Guidelines*, 2011).

Em 2008, Estrela *et al.* demonstraram que as imagens da TCFC apresentavam uma alta precisão na detecção de periodontites apicais. Ainda em 2008, propuseram um índice (CBCTPAI) para identificação das periodontites apicais, baseado em imagens de TCFC. O índice proposto possibilita um método de diagnóstico mais preciso, o qual reduz a incidência de diagnóstico falso-negativo, minimiza a interferência do observador e aumenta a confiança dos estudos epidemiológicos, especialmente no que se refere à prevalência e severidade das periodontites apicais.

Em casos de insucesso do tratamento endodôntico e provável envolvimento do SM, a TCFC tem demonstrado ser um exame complementar de grande valor (Nair *et al.*, 2010). A sinusite odontogênica é uma condição bem reconhecida e representa aproximadamente 10 a 12% dos casos de sinusite maxilar (Brook, 2006). A utilização da TCFC no diagnóstico e plano de tratamento de sinusites clínicas demonstrou ser justificada em estudos de Ritter *et al.* (2011); Maillet *et al.* (2011) e Cymerman *et al.* (2011).

Portanto, configura-se como de extrema importância a utilização de uma ferramenta precisa para identificação de lesões periapicais e de alterações do SM e para avaliação da possibilidade de relação entre elas. Assim, o objetivo do presente estudo foi analisar o efeito da presença, dimensão e distância das lesões periapicais sobre o SM, por meio da TCFC.

2. Objetivo

Analisar o efeito da presença, dimensão e distância das lesões periapicais, em dentes superiores posteriores, sobre o SM, por meio da TCFC.

3. Material e método

O presente estudo transversal retrospectivo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás, em 02/09/2013, com número do parecer: 391.886 (Anexo 1).

Amostra

A amostra foi selecionada a partir de um banco de dados de uma clínica privada (Tomografia Computadorizada Odontológica LTDA, TCO, Goiânia - GO Brasil), composta por exames de TCFC de pacientes indicados com finalidade de diagnóstico, no período de janeiro de 2009 a julho de 2013. Os critérios de inclusão foram exames de TCFC de maxilas apresentando todos os primeiros e segundos pré-molares, e primeiros e segundos molares com rizogênese e erupção completa. Os critérios de exclusão foram exames que apresentavam imagem de aparelho ou aparato de contenção ortodôntica, de alterações ósseas associadas à doenças sistêmicas e de neoplasias benignas e/ou malignas nas maxilas e no SM.

As imagens de TCFC foram obtidas com o sistema I-CAT Cone Beam 3D (Imaging Sciences International, Hatfield, Pensilvânia, EUA) com campo de visão de 16 cm x 6 cm (Fields of view - FOV). Todos os volumes foram reconstruídos com 0,25 mm de voxel isométrico, tensão de tubo de 120k Vp e corrente do tubo de 3,8 mA, com tempo de exposição de 40 segundos. As imagens foram analisadas com o próprio programa do tomógrafo (Xoran versão 3.1.62; Xoran Technologies, Ann Arbor, MI, EUA), em um computador com sistema operacional Microsoft Windows® 7 Professional 32-Bit, com XP Mode (Microsoft Corporation, Redmond, WA, EUA), com 2ª Geração do Processador Intel® Core™ i5-2400, 3.1GHz até 3.4GHz com Intel® Turbo Boost 2.0, 4 Threads, 6Mb Cache (Intel Corporation, EUA), placa de vídeo Placa de video nVidia GeForce GT620 1GB, 64-bits (NVIDIA Corporation, EUA) e monitor Dell E2211H de 21,5 pol. - Widescreen resolução de 1920x1080 pixels (Dell Corporation, Round Rock, Texas EUA).

Todas as medidas e análises foram realizadas por dois examinadores conjuntamente, sendo os dois especialistas em radiologia odontológica e

imaginologia, com experiência em TCFC. Foi realizada calibração prévia dos examinadores por meio da análise de exames de TCFC que seguiam os critérios de inclusão e exclusão do trabalho, mas que não foram utilizados na pesquisa, num total correspondente a 10% da amostra. Na ausência de consenso, um terceiro examinador, com a mesma qualificação, era convocado para a decisão final.

Análise do SM

As alterações no SM observadas nas TCFC foram registradas e categorizadas em 7 grupos:

- 0- Ausência de alterações: SM hipodenso com cortical óssea íntegra e com espessura da mucosa menor que 3 mm.
- 1- Espessamento da mucosa do SM: área não corticalizada e com densidade de partes moles, com espessura maior que 3 mm, paralela à parede óssea dos seios (Ruprecht & Lam, 2000).
- 2- Pólipo sinusal: área com densidade de partes moles, formando uma elevação (prega) em continuidade com a mucosa já espessada do SM (Ruprecht & Lam, 2000).
- 3- Pseudocisto antral: área com densidade de partes moles não corticalizada, em forma de cúpula, no soalho intacto do SM (Neville *et al.*, 2009) .
- 4- Opacificação inespecífica: densidade de partes moles, homogênea, parcial ou total do SM (Whaites, 2003).
- 5- Periostite: área hiperdensa espessa e homogênea, ou de forma laminada, em continuidade com a cortical do soalho do SM, acima de área hipodensa associada ao ápice de um dente (Ruprecht & Lam, 2000).
- 6- Antrólito: área hiperdensa bem delimitada, com característica de calcificação, sob a cortical óssea íntegra do SM ou no interior do seio (Ruprecht & Lam, 2000).

Na Figura 1 estão exemplificados os grupos 0, 1, 2, 3, 4, 6 e associação dos grupos 1 e 5, e dos grupos 1 e 6.

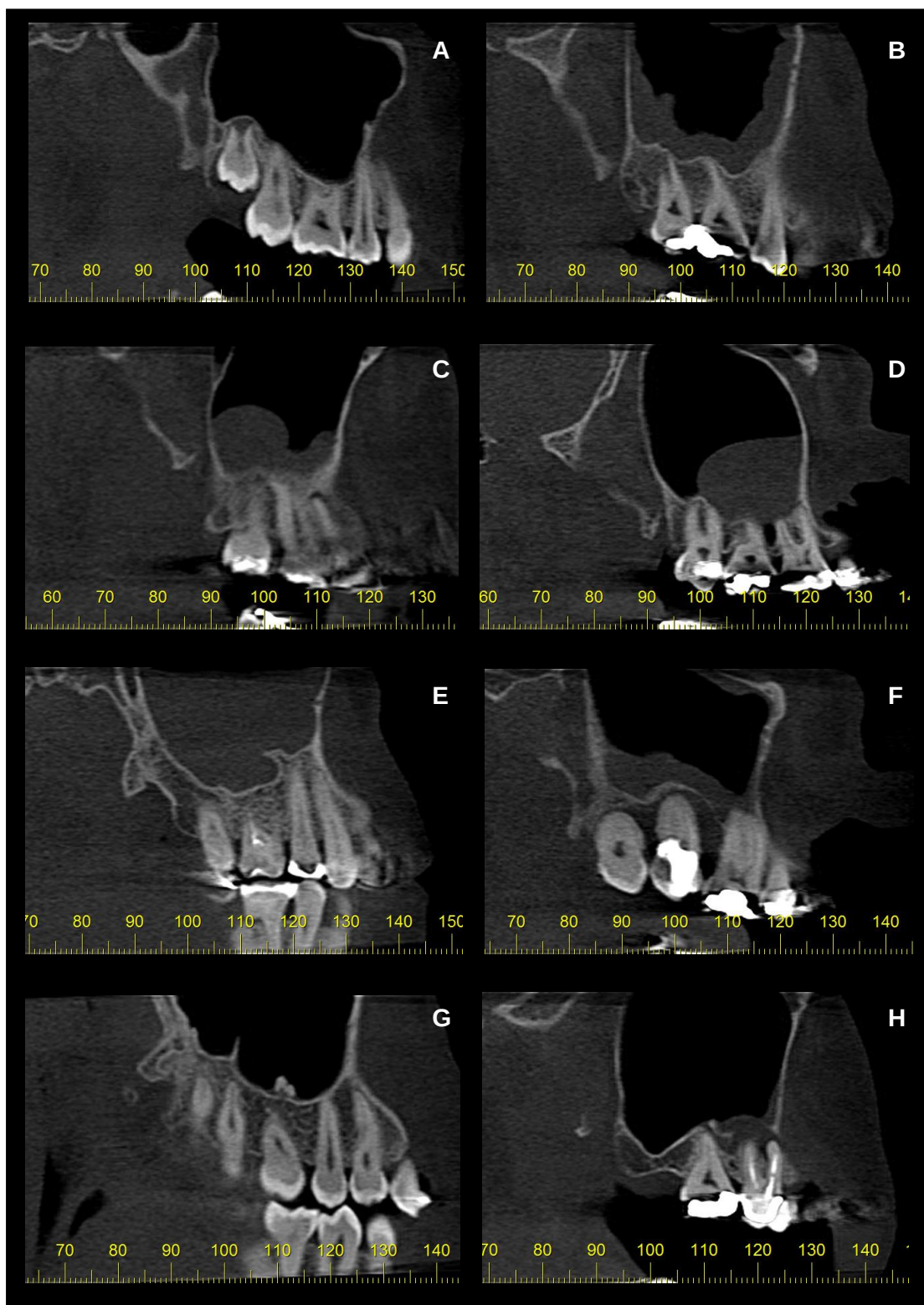


Figura 1 – Alterações no SM observadas em cortes sagitais de TCFC: A) Ausência de alteração; B) Espessamento da mucosa; C) Pólipo sinusal; D) Pseudocisto antral; E) Opacificação inespecífica; F) Espessamento da mucosa e periostite; G) Antrólito; H) Espessamento da mucosa e antrólito.

Em seguida, os dentes foram analisados quanto à presença ou ausência de LP. Foram considerados dentes sem LP aqueles cujas estruturas ósseas periapicais apresentavam trabéculas e osso medular de aspecto tomográfico normal com ausência de hipodensidade, e dentes com LP aqueles que apresentavam hipodensidade na região periapical (Figura 2).



Figura 2 - Cortes transversais de TCFC: A) Pré-molar superior esquerdo com ausência de LP; B) Pré-molar superior direito com presença de LP.

A dimensão das lesões periapicais foi mensurada utilizando o CBCTPAI (Estrela *et al.*, 2008), sendo as imagens analisadas em três dimensões. As medidas foram realizadas no corte sagital (sentido mesio distal), coronal (sentido vestibulo palatal), transversal (sentido diagonal) e também no axial (sentido mesio distal e vestibulo palatal). Foi considerada como referência a maior dimensão encontrada e a presença de expansão e / ou destruição de corticais. As lesões periapicais foram agrupadas nos seguintes escores: 0 – estruturas ósseas periapicais intactas; 1 – diâmetro da radiolucência > 0,5-1 mm; 2 – diâmetro da radiolucência > 1-2 mm; 3 – diâmetro da radiolucência > 2-4 mm; 4 – diâmetro da radiolucência > 4-8 mm; 5 – diâmetro da radiolucência > 8 mm. Também foram incluídas variáveis que podiam ser adicionadas aos escores: E- expansão da cortical; D –

destruição da cortical. No dente que apresentava mais de uma raiz com LP, foi considerada a de maior dimensão para o estabelecimento do CBCTPAI (Figura 3).

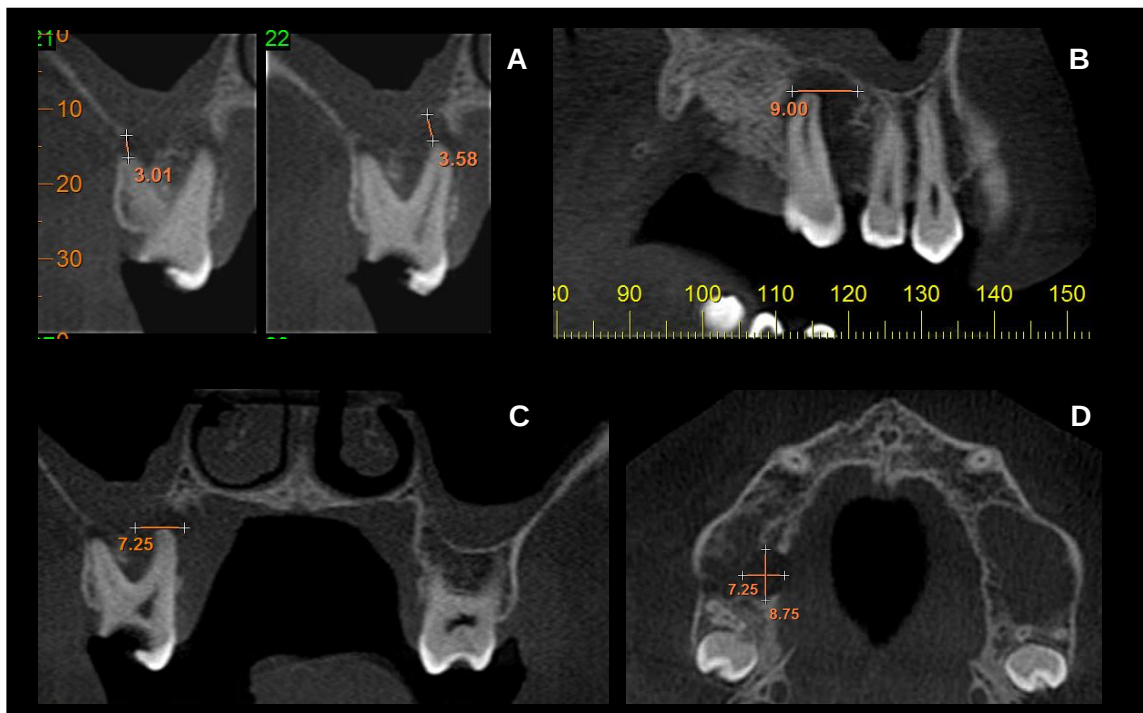


Figura 3 - Cortes de TCFC do primeiro molar superior direito classificado como CBCTPAI 5 D/E: A) diâmetro da LP da raiz MV e P em cortes transversais; B) diâmetro da LP da raiz P em corte sagital; C) diâmetro da LP da raiz P em corte coronal; D) diâmetro da LP da raiz P em corte axial.

Após a determinação do CBCTPAI, a distância entre a borda superior da LP e o soalho do SM foi mensurada e classificada em: A) = 0 mm (LP justaposta ao soalho do SM); B) $> 0 < 2$ mm; C) ≥ 2 mm (Figura 4).

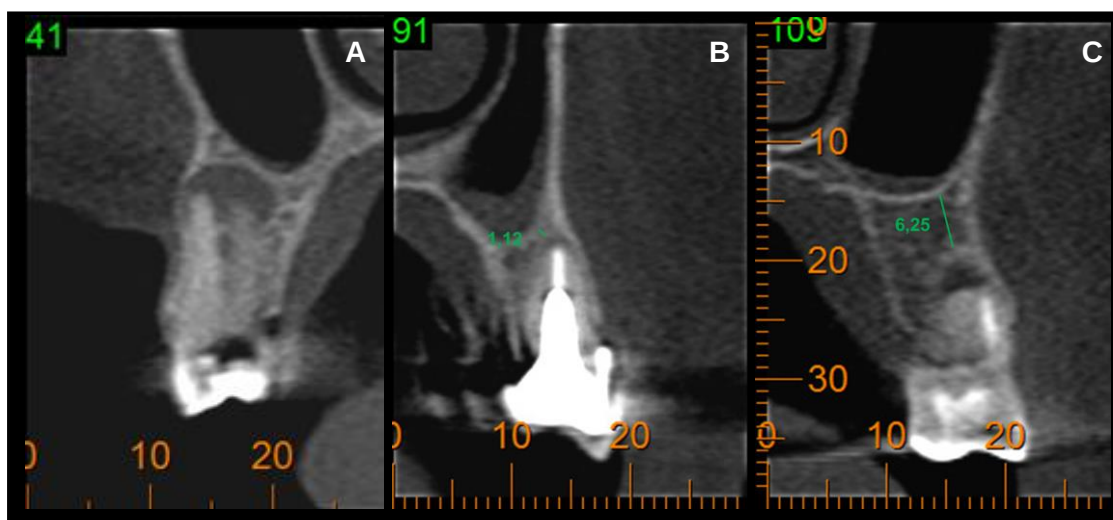


Figura 4 - Cortes transversais de TCFC de dentes com LP, com a distância entre a borda superior da LP e o SM classificada em: A) =0; B) $> 0 < 2$ mm; C) ≥ 2 mm.

A seguir, foram identificados os seios que estavam localizados em maxilas que apresentavam pelo menos um dente com LP, e os seios que estavam localizados em maxilas onde todos os dentes apresentavam-se sem LP para análise da possibilidade de relação.

Análise estatística

A frequência e porcentagem de alterações no SM, da presença de dentes com LP, da dimensão das lesões periapicais e da distância entre a borda superior da LP e o soalho do SM foram obtidas, sendo a diferença entre estas avaliada pelo Teste do Qui-quadrado. Foram considerados significativos valores de $p < 0,05$. A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o software Statistical Package for the Social Sciences, versão 20 (SPSS, Chicago, IL).

4. Resultados

Do total de 200 exames, 125 (62,5%) eram de pacientes do gênero feminino e 75 (37,5%) do gênero masculino. A idade dos pacientes variou de 15 a 81 anos com média de idade de 41,21 anos distribuídos em faixas etárias conforme demonstrado na Figura 5.

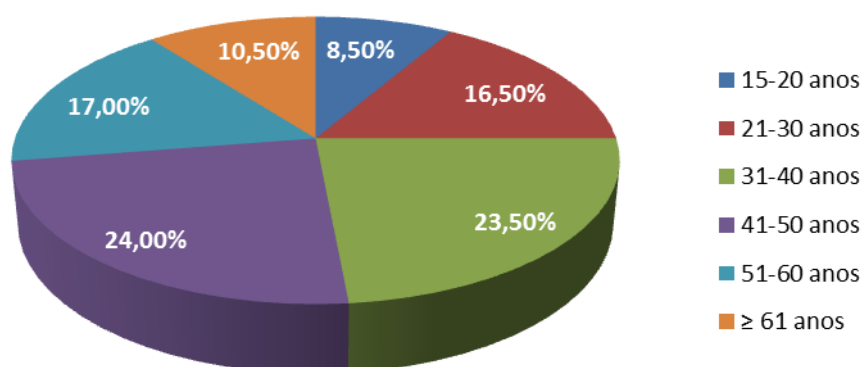


Figura 5 - Gráfico da faixa etária dos participantes.

Do total de 321 SM analisados, 143 estavam localizados em maxilas que apresentavam pelo menos um dente posterior com LP e 178 em maxilas com todos os dentes posteriores sem LP.

A frequência e a porcentagem da presença de dentes com LP, dos escores das lesões periapicais de acordo com o CBCTPAI e da distância entre a borda superior da LP e o soalho do SM, relacionadas com as alterações do SM estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Frequência e porcentagem de seios com alteração relacionados à ausência e presença de LP, escores do CBCTPAI e distância entre borda superior da LP e o soalho do SM.

		Alteração no SM		<i>p</i> *
		Ausente	Presente	
LP	Ausente	93 (52,25%)	85 (47,75%)	0,004
	Presente	51 (35,66%)	92 (64,34%)	
Escores do CBCTPAI	1 ^a	18 (9%)	15 (8%)	< 0,05
	2 ^{a,b}	20 (10,5%)	27 (14%)	
	3 ^{b,c}	14 (7,3%)	37 (19,2%)	
	4 ^{b,c}	11 (6%)	39 (20%)	
	5 ^c	0	12 (6%)	
Distância da borda superior da LP ao soalho do SM	= 0 mm ^a	25 (13%)	87 (45%)	< 0,05
	> 0 < 2 mm ^{a,b}	12 (6%)	17 (9%)	
	≥ 2 mm ^b	20 (10%)	32 (17%)	

*Teste de Qui-quadrado. Letras diferentes indicam diferença significativa em relação à ausência e presença de alteração no SM.

Os resultados mostraram maior número de alterações nos seios das maxilas que apresentavam pelo menos um dente posterior com LP sendo $p = 0.004$ (Tabela 1). Dos 143 SM que estavam em maxilas com dentes com LP, 92 (64,34%) apresentaram alteração (Figura 6).

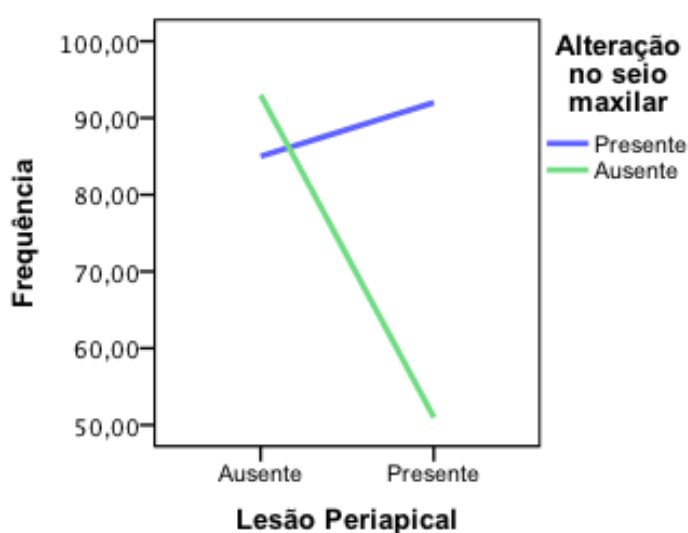


Figura 6 - Gráfico da frequência de alterações nos SM localizados em maxilas apresentando dentes com e sem LP.

Todos os dentes da amostra que apresentavam LP foram classificados segundo o CBCTPAI, não havendo diferença significativa entre os escores 2, 3, 4, 5 com relação à presença ou ausência de alteração no SM. Porém, todas as lesões periapicais (12) classificadas com escore 5 relacionavam-se com SM que apresentavam alteração (Figura 7 e Tabela 1).

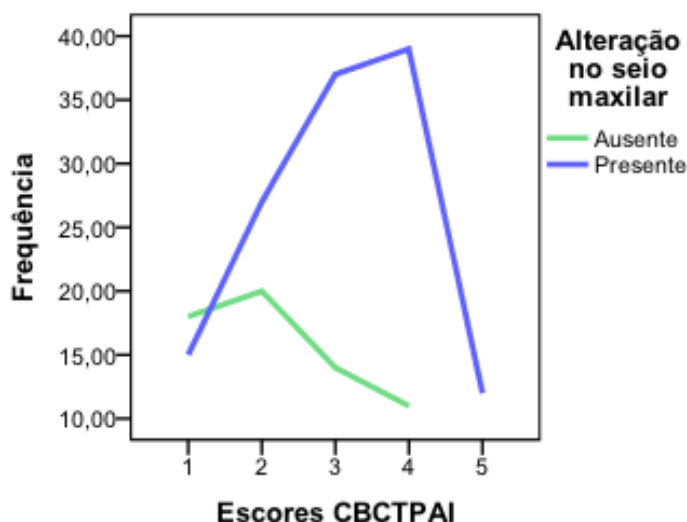


Figura 7 – Gráfico da frequência da presença de seios com alterações, localizados em maxilas apresentando dentes com LP, classificados de acordo com o CBCTPAI.

A distância entre a borda superior da LP e o soalho do SM foi mensurada, e os seios localizados em maxilas, que apresentavam lesões periapicais com distância igual a zero (87), exibiram maior número de alterações (Figura 8 e Tabela 1), sendo a diferença significativa com a distância ≥ 2 mm.

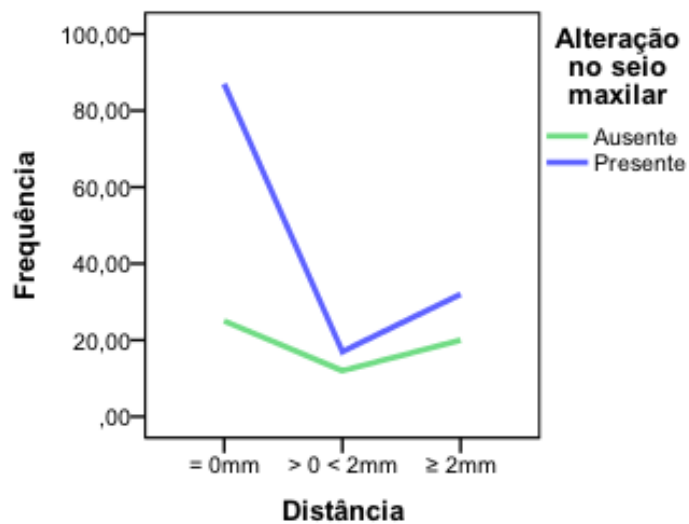


Figura 8 – Gráfico da frequência de alterações do SM de acordo com a distância entre borda da LP e soalho do SM.

Nos 92 SM alterados, localizados em maxilas que apresentavam pelo menos um dente posterior com LP, o espessamento da mucosa, incluindo as associações, foi a alteração mais frequente, estando presente em 50 SM (54,34%) (Tabela 2).

Tabela 2. Tipo e frequência das alterações presentes no SM em função da presença de lesão periapical.

Alteração do SM	SM - Lesão periapical presente
<i>Espessamento da mucosa</i>	35(38,04%)
<i>Pólipo sinusal</i>	23(25%)
<i>Pseudocisto antral</i>	5(5,43%)
<i>Opacificação inespecífica</i>	1(1,08%)
<i>Periostite</i>	5(5,43%)
<i>Antrólito</i>	1(1,08%)
<i>Espessamento da mucosa e Periostite</i>	12(13,04%)
<i>Espessamento da mucosa e Antrólito</i>	2(2,17%)
<i>Espessamento da mucosa, Periostite e Antrólito</i>	1(1,08%)
<i>Pólipo sinusal e Pseudocisto antral</i>	1(1,08%)
<i>Pólipo sinusal e Periostite</i>	4(4,35%)
<i>Pseudocisto antral e Periostite</i>	1(1,08%)
<i>Periostite e Antrólito</i>	1(1,08%)
Total	92(100%)

5. Discussão

A introdução da TCFC na Odontologia possibilitou a análise tridimensional do complexo maxilofacial, auxiliando de maneira significativa na detecção de lesões periapicais e na avaliação de suas implicações (Estrela *et al.*, 2008; Durack & Patel 2012). Apresenta-se como uma ferramenta consideravelmente mais sensível do que as radiografias convencionais, e extremamente valiosa na investigação do envolvimento do SM nos casos de insucesso do tratamento endodôntico (Estrela *et al.*, 2008; Nair *et al.*, 2010).

Diversos estudos relatados na literatura (Hauman *et al.*, 2002; Mehra & Murad, 2004; Brook, 2006) demonstram que em decorrência da necrose pulpar são produzidos potentes fatores de virulência, como a colagenase e as enzimas lisossômicas, os quais promovem destruição dos tecidos periapicais, podendo alcançar o SM. Segundo Selden (1974), a doença pulpar provavelmente tenha um efeito imediato no SM adjacente e, a medida que a intensidade da inflamação aumenta, o osso presente entre o ápice radicular e o SM pode ser destruído, levando desde a inflamação e espessamento da mucosa até a formação de cisto e hialinização.

No presente estudo observou-se que na presença de LP, 64,34% dos SM apresentavam-se alterados. Estes resultados mostraram-se inferiores aos de Lu *et al.* (2012) e Shanbhag *et al.* (2013), os quais reportaram 80% de SM com alteração em associação com a presença de dentes superiores posteriores com LP. A discrepância entre resultados pode ser atribuída aos diferentes critérios de diagnóstico utilizados. Uma vez que no corrente estudo, o SM foi considerado alterado quando a mucosa apresentava-se com espessamento superior a 3 mm (Ruprecht & Lam, 2000), enquanto os outros autores adotaram valores a partir de 2 mm. Não há um consenso na literatura para a espessura da mucosa do SM ser considerada alterada, podendo este valor variar de 2 a 6 mm (Rege *et al.*, 2012). Estudos que utilizaram análise multivariada de dados também mostraram discrepância entre resultados. Vallo *et al.* (2010) relataram que seios localizados em maxilas com presença de LP apresentaram 2,3 vezes mais chances de ter alteração do que na ausência de lesão periapical, enquanto Shanbhag *et al.*

(2012) e Brüllmann *et al.* (2011) constataram chances maiores ainda, de 9,75 e 10,2, respectivamente.

Em 1986, Ørstavik *et al.* propuseram um índice para identificação das periodontites apicais (PAI), em radiografias periapicais, no qual seria considerado como primeiro sinal de lesão pequenas alterações na estrutura óssea. Recentemente a lesão periapical foi descrita em imagens de TCFC como uma hipodensidade em continuidade com o ápice dentário, com espessura de pelo menos duas vezes a do espaço do ligamento periodontal (Low *et al.*, 2008), ou somente como uma hipodensidade, ao redor do ápice dentário, indicativa de destruição óssea, podendo a lâmina dura estar imperceptível ou com aparência irregular (Rege *et al.*, 2012). Em 2008 Estrela *et al.* elaboraram um índice para identificação de periodontites apicais (CBCTPAI), por meio de TCFC, no qual foi considerado como primeiro sinal da periodontite apical a presença de radiolucência periapical com diâmetro > 0,5-1 mm e, o indicativo de ausência de lesão como imagem de estruturas periapicais intactas.

No presente estudo as lesões periapicais foram identificadas de acordo com o CBCTPAI, o diâmetro foi mensurado e classificado em escores. Apesar de ter sido observado que na presença de LP com diâmetro > 8 mm, todos os SM mostraram-se alterados (100%), não houve efeito significativo do diâmetro das lesões sobre o SM. Resultados estes concordantes com os de Lu *et al.* (2012) os quais verificaram, utilizando o PAI em imagens de TCFC, que a probabilidade de alterações no SM elevava-se com o aumento da dimensão da lesão e que apesar de não ter havido diferença significativa para este resultado, na presença de periodontite apical severa a probabilidade era mais alta. No entanto, Pope *et al.* (2014) ressaltaram que são necessários cuidados na aplicação direta da interpretação tradicional, feita em radiografias periapicais, em imagens de TCFC, uma vez que a imagem tridimensional parece mostrar uma variação maior do espaço do ligamento periodontal do que a imagem bidimensional, comprometendo o estabelecimento do diagnóstico das lesões periapicais.

Uma das vantagens do CBCTPAI frente ao PAI é a utilização dos três planos de referência anatômica permitindo a tridimensionalidade da imagem e, portanto uma análise mais precisa da dimensão da LP e das alterações

que podem estar presentes nas estruturas anatômicas adjacentes. Outra vantagem do CBCTPAI é permitir mensurações das LP, evitando a subjetividade de descrição de imagens utilizada no PAI, o que minimiza a interferência inter observadores e aumenta a reprodutibilidade dos estudos epidemiológicos especialmente no que se refere à prevalência e severidade das periodontites apicais. Além disso, Pope *et al.* (2014) usaram o CBCTPAI em estudo piloto e encontraram uma concordância de 93% na aplicação do índice em cortes transversais, comparados a aplicação em diferentes cortes aleatórios.

Uma crítica na literatura em relação ao CBCTPAI é o fato de ter sido utilizada a própria TCFC como padrão de referência (Pope *et al.*, 2014), porém, estudo realizado por Paula-Silva *et al.* (2009), tendo como padrão de referência o histopatológico, mostrou que a TCFC era mais precisa do que as radiografias periapicais no diagnóstico das periodontites apicais. Low *et al.* (2008) comparando imagens de radiografias periapicais com imagens de TCFC utilizadas no diagnóstico pré-operatório de dentes posteriores superiores, verificaram que 34% das lesões periapicais detectadas nas imagens da TCFC não foram observadas nas radiografias periapicais.

A proximidade das lesões periapicais com o SM tem sido considerada como potencial influência para a irritação da mucosa sinusal devido aos fatores químicos e biológicos da agressão (Mehra & Jeong, 2010; Vallo *et al.*, 2010, Hauman *et al.*, 2002). No presente estudo, os seios localizados em maxilas, que apresentavam dentes cuja borda superior da LP estava justaposta ao soalho (distância igual a zero), exibiram maior número de alterações, indicando assim efeito da distância da LP sobre o SM. Resultados discordantes dos de Rege *et al.* (2012) e Lu *et al.* (2012), os quais não encontraram associação entre a distância da LP e as alterações no SM. A divergência entre resultados pode ser justificada pelos diferentes critérios adotados na seleção da amostra e às variações na interpretação da imagem por terem utilizado uma classificação da distância (Oberli *et al.*, 2007) baseada em radiografias periapicais. Ainda no estudo de Lu *et al.* (2012), os observadores não eram radiologistas experientes e o número de dentes com periodontite apical incluídos na amostra era menor.

A relação anatomotopográfica das raízes de dentes superiores posteriores com o SM tem sido avaliada, por meio de imagens de TC e TCFC, em estudos recentes (Kwak *et al.*, 2004; Kilic *et al.*, 2010, Yoshimine *et al.*, 2012; Pagin *et al.*, 2013). Apesar da espessura média da cortical óssea do soalho do seio maxilar, observada na região das raízes mais próximas ao SM, se mostrar baixa, variando entre 0 – 1,6 mm (Kwak *et al.*, 2004), o soalho do SM tem sido considerado uma barreira que raramente permite uma penetração direta de infecções odontogênicas para seu interior, justificando portanto, uma baixa incidência de sinusites associadas com infecções odontogênicas mesmo com a alta frequência de infecções dentárias (Mehra & Murad, 2004; Brooks 2006).

A sinusite de origem odontogênica representa, aproximadamente, 10% a 12% dos casos de sinusite maxilar (Kretzschmar *et al.*, 2003; Brook 2006; Nair *et al.*, 2010; Cymerman *et al.*, 2011). As sinusites são identificadas e classificadas com base nos sinais, sintomas e curso da doença, no entanto, os achados de exames por imagem são complementos importantes para o estabelecimento do diagnóstico (Kretzschmar *et al.*, 2003; Nair *et al.*, 2003; Brook, 2006; Cymerman *et al.*, 2011). O espessamento da mucosa sinusal e o acúmulo de secreção que acompanha as sinusites reduzem o conteúdo aéreo dos seios, gerando uma radiopacidade gradativa no seu interior (Shankar *et al.*, 1997; White & Pharoah, 2000). Critérios para o diagnóstico de sinusites, baseados em imagens de TCFC, foram desenvolvidos em estudo de Maillet *et al.* (2011) e a sinusite foi determinada pela presença de uma massa com densidade de tecidos moles caracterizada pelo espessamento da mucosa maior que 2 mm.

No presente estudo, o espessamento da mucosa foi a alteração mais frequente nos seios localizados em maxilas que apresentavam pelo menos um dente posterior com LP. Embora este resultado esteja de acordo com outros estudos semelhantes que utilizaram TC (Ariji *et al.*, 2006) e TCFC (Brüllmann *et al.*, 2011; Ritter *et al.*, 2011; Lu *et al.*, 2012; Shanbbag *et al.*, 2013), o espessamento da mucosa somente no soalho do seio pode não representar uma sinusite. Entretanto, de acordo com White & Pharoah (2000), este pode progredir e acometer todo o SM.

A importância do conhecimento anatômico da relação entre ápice radicular e soalho do SM, e da espessura da cortical do soalho deve ser considerada no contexto da propagação da infecção de origem odontogênica. Esta se faz pelo osso medular, alcançando então a cortical do soalho e atravessando-a de forma mais ou menos rápida, dependendo das características do agente agressor, da resistência do hospedeiro e das peculiaridades físicas deste trajeto (distância, porosidade do osso, espessura da cortical, presença de vasos sanguíneos e linfáticos). A presença de lesões periapicais em dentes superiores posteriores, como potencial fator de risco para o estabelecimento de alterações no SM, deve ser sempre considerada segundo a dimensão e a distância destas lesões até o soalho do seio.

6. Conclusões

Na presença de dentes superiores posteriores com lesões periapicais houve uma frequência maior de SM com alterações; a dimensão da LP não determinou um número maior de alterações no SM; quando a borda superior da LP apresentou-se justaposta ao soalho uma maior frequência de alterações foi verificada no SM.

7. Referências bibliográficas

1. Al-Rawi B, Hassan B, Vandenberghe B, Jacobs R. Accuracy assessment of three-dimensional surface reconstructions of teeth from cone beam computed tomography scans. J Oral Rehabil 2010; 1;37:352-8.
2. Ambrose J. Computerized transverse axial scanning (tomography). II. Clinical application. Br J Radiol 1973;46:1023-47.
3. Arai Y, Tammisalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. Dentomaxillofac Radiol 1999;28:245-8.
4. Aiji Y, Obayashi N, Goto M, Izumi M, Naitoh M, Kurita K, Shimozato K, Aiji E. Roots of maxillary first and second molar in horizontal relation to alveolar cortical plates and maxillary sinus: computed tomography assessment for infection spread. Clin Oral Invest 2006;10:35-41.
5. Brook I. Sinusitis of odontogenic origin. Otolaryngology-Head and Neck Surgery 2006; 135:349-355.
6. Brüllmann DD, Schmidtman I, Horstein S, Schulze. Correlations of cone beam computed tomography (CBCT) findings in the maxillary sinus with dental diagnoses: a retrospective cross-sectional study. Clin Oral Invest 2012;16:1023-29.
7. Cavalcanti MG, Vannier MW. Measurement of the volume of oral tumors by three-dimensional spiral computed tomography. Dentomaxillofac Radiol 2000;29:35-40.
8. Cymerman JJ, Cymerman DH, O'Dwyer RS. Evaluation of odontogenic maxillary sinusitis using cone-beam computed tomography: three case reports. Journal Endod 2011;37:1465-69.

9. Cohn SA. Clinical update - the teeth and the maxillary sinus: the mutual impact of clinical procedures, disease conditions and their treatment implications. Part 1. The differential diagnosis of tooth sinus pain – the dentist's view. *Aust Endod J* 1999;25:29-31.
10. Cotti E, Campisi G. Advanced radiographic techniques for the detection of lesions in bone. *Endodontic Topics* 2004;7:52-72.
11. Cotton TP, Geisler TD, Holden D T, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic Applications of Cone-Beam Volumetric Tomography. *Journal Endod* 2007;33(9):1121-32.
12. Dudic A, Giannopoulou C, Leuzinger M, Kiliaridis S. Detection of apical root resorption after orthodontic treatment by using panoramic radiography and cone-beam computed tomography of super-high resolution. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135:434-7.
13. Dunlop G. Clinical update - the teeth and the maxillary sinus: the mutual impact of clinical procedures, disease conditions and their treatment implications. Part 4. Pathogenesis and investigation of sinusitis. *Aust Endod J* 1999;25: 39.
14. Durak C, Patel S. Cone Beam Computed Tomography in Endodontics. *Braz Dent J* 2012; 23(3): 179-91.
15. Eberhardt JA, Torabinejad M, Christiansen E. A computed tomographic study of the distances between the maxillary sinus floor and the apices of the maxillary posterior teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992;73:345-6.
16. Estrela C, Bueno MR, Azevedo BC, Azevedo JR, Pécora JD, A new periapical Index Based on cone beam computed tomography. *J Endod* 2008;34:1325–31.
17. Estrela C, Bueno MR, Leles CR, Azevedo B, Azevedo JR. Accuracy of cone beam computed tomography for the detection of apical periodontitis. *J Endod* 2008;34:473-279.

- 18.Freedman A, Horowitz I. Complications after apicoectomy in maxillary premolar and molar teeth. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1999;28:192-4.
- 19.Garcia B, Penarrocha M, Martí E, Martínez JM, Gay-Escoda C. Periapical surgery in maxillary premolars and molars: analysis in terms of the distance between the lesion and the maxillary sinus. *J Oral Maxillofac Surg* 2008; 66:1212-1217.
- 20.Gosau M, Rink D, Driemel O, Draenert FG. Maxillary sinus anatomy: A cadaveric study with clinical implications. *Anat Rec* 2009; 292:352-4.
- 21.Haumman CHJ, Chandler NP, Tong DC. Endodontic implications of the maxillary sinus: a review. *Int Endod J* 2002;35:127-141.
- 22.Hounsfield GN. Computerised transverse axial scanning (tomography). I. Description of system. *Br J Radiol* 1973;46:1016-22.
- 23.Joint Position Statement of the American Association of Endodontists and the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. Use of cone-beam computed tomography in endodontics. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;111:234-7.
- 24.Jun BC, Song SW, Park CS, Lee DH, Cho KJ, Cho JH. The analysis of maxillary sinus aeration according to aging process; volume assessment by 3-dimensional reconstruction by high-resolution CT scanning. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2005;132:429-34.
- 25.Jung Y-H, Cho B-H. Assessment of the relationship between the maxillary molars and adjacent structures using cone beam computed tomography. *Imaging Sci Dent* 2012;42:219-24.
- 26.Kilic C, Kamburoglu K, Yuksel S P, Ozen T. An assessment of the relationship between the maxillary posterior teeth root tips using dental cone-beam computerized tomography. *Eur J Dent* 2010;4:462-7.

- 27.Koymen R, Gocmen-Mas N, Karacayli U, Ortakoglu K, Ozen T, Yazici AC. Anatomic evaluation of maxillary sinus septa: surgery and radiology. *Clinical Anatomy* 2009; 22:563-70.
- 28.Kretzschmar DP, Kretzschmar JL, Salem NC. Rhinosinusitis: a review from a dental perspective. *Oral Sur Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96:128-35.
- 29.Kwak HH, Park HD, Yoon HR, Kang MK, Koh KS, Kim HJ. Topographic anatomy of the inferior wall of the maxillary sinus in Koreans. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2004;33:382-8.
- 30.Low KMT, Dula K, Bürgin W, von Arx T. Comparison of periapical radiography and limited cone-beam tomography in posterior maxillary teeth referred for apical surgery. *J Endod* 2008;34:557–62.
- 31.Lu Y, Liu Z, Zhang L, Zhou X, Zheng Q, Duan X, Zheng G, Wang H, Huang D. Associations between maxillary sinus mucosal thickening and apical periodontitis using cone-beam computed tomography scanning: a retrospective study. *J Endod* 2012;38:1069-74.
- 32.Maillet M, Bowles WR, McClanahan SL, John MT, Ashmad M. Cone-beam computed tomography evaluation of maxillary sinusitis. *J Endod* 2011;37:753-7.
- 33.Mehra P, Jeong D. Maxillary sinusitis of odontogenic origin. *Curr Allergy Astma Rep* 2009;9:238-43.
- 34.Mehra P, Murad H. Maxillary sinus disease of odontogenic origin. *Otolaryngol Clin North Am* 2004; 37:347-64.
- 35.Nair UP, Nair MK. Maxillary sinusitis of odontogenic origin: cone-beam volumetric computerized tomography-aided diagnosis. *Oral Sur Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;110:e53-e57.
- 36.Neville BW, Damm DD, Allen CM, Bouquot JE. *Patologia oral e Maxilofacial*. 3ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

- 37.Obayashi N, Arijji Y, Goto M, Izumi M, Naitoh M, Kurita K, Shimoizato K, Arijji E. Spread of odontogenic infection originating in the maxillary teeth: Computerized tomographic assessment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004;98:223-31.
- 38.Oberli K, Bornstein MM, von Arx T. Periapical surgery and the maxillary sinus; radiographic parameters for clinical outcome. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:848-53.
- 39.Ørstavik D, Kereks K, Eriksen HM. The periapical index: a scoring system for radiographic assessment of periapical priodontitis. *Endod Dent Traumatol* 1986;2:20-34
- 40.Paula-Silva FWG, Wu MK, Leonardo MR, Silva LAB, Wesselink PR. Accuracy of periapicalradiography and cone-beam computed tomography scans in diagnosing apical periodontitis using histopathological findings as a gold standard. *J Endod* 2009; 35:1009-12.
- 41.Pagin O, Centurion BS, Rubira-Bullen IRF, Capellozza ALA. Maxillary sinus and posterior teeth: accessing close relationship by cone-beam computed tomographic scanning in a Brazilian Population. *J Endod* 2013;39:748-51.
- 42.Park Y-B, Jeon H-S, Shim J-S. Analysis of the anatomy of the maxillary sinus septum using 3-dimensional computed tomography. *J Oral Maxillofac Surg* 2011;69:1070-8.]
- 43.Pope O, Sathorn C, Prashos P. A Comparative investigation of cone-beam computed tomography and periapical radiography in the diagnosis of a healthy periapex. *J Endod* 2014;40:360-65.
- 44.Rege ICC, Sousa TO, Leles CR, Mendonça EF. Occurrence of maxillary sinus abnormalities detected by cone beam CT in asymptomatic patients. *BMC Oral Health* 2012;12:30.

- 45.Ritter L, Lutz J, Neugebauer J, Scheer M, Dreiseidler T, Zinser MJ, Rothamel D, Mischkowski RA. Prevalence of pathologic findings in the maxillary sinus in cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;111:634-40.
- 46.Rodrigues CD, Silveira MF, Alencar AHG, Silva MAGS, Mendonça EF, Estrela C. Thress-dimensional images contribute to the diagnosis of mucous retention cyst in maxillary sinus. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2013;18:e151-7.
- 47.Ruprecht A, Lam EWN. Paranasal sinuses in: *Oral Radiology: principles and interpretation*. 4ed. St Louis, Missouri: Mosby, 2000.
- 48.Sandler H. Clinical update - the teeth and the maxillary sinus: the mutual impact of clinical procedures, disease conditions and their treatment implications. Part 2. Odontogenic Sinus Disease and elective clinical procedures involving the maxillary antrum: diagnosis and management. *Aust Endod J* 1999; 25: 32-36
- 49.Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it works? *Dent Clin North Am* 2008;52:707-30.
- 50.Scarfe WC, Levin MD, Gane D, Farman A. Use of cone beam computed tomography in endodontics. *International Journal of Dentistry* 2009;2009:634567.
- 51.SEDENTEXCT (2012) European Commission, Radiation Protection N172: cone beam CT for dental and maxillofacial radiology. Evidence based guidelines. A report prepared by the SEDENTEXCT Project, 2011. www.sedentexct.eu/files/guidelines_final.pdf.
- 52.Selden HS. The interrelationship between the maxillary sinus and endodontics. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1974;38:623-9.
- 53.Shanbhag S, Karnik P, Shirke P, Shanbhag V. Association between periapical lesion and maxillary sinus mucosal thickening: a

- retrospective cone-beam computed tomographic study. J Endod 2013;39:853-57.
- 54.Shankar L, Evans K, Hawke M, Stammberger H. Atlas de Imagem dos Seios Paranasais. 1ed. Rio de Janeiro: 1997.
- 55.Sharan A, Madjar D. Correlation between maxillary sinus floor topography and related root position of posterior teeth using panoramic and cross-sectional computed tomography imaging. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2006;102:375-81.
- 56.Soikkonen K, Ainamo A. radiographic maxillary sinus finding in the elderly. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1995; 80:487-91.
- 57.Vallo J, Taipale LS, Huuonen s, Soikkonen K, Norblad A. Prevalence of mucosal abnormalities of the maxillary sinus and their relationship to dental disease in panoramic radiography: results from the Health 2000 Health Examination Survey. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2010;109:e80-e87.
- 58.Vandenbergh B, Jacobs R, Bosmans H. Modern dental imaging: a review of the current technology and clinical applications in dental practice. Eur Radiol 2010;20:2637-55.
- 59.Whaites E. Princípios de radiologia odontológica. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- 60.White SC, Pharoah MJ. Oral Radiology: principles and interpretation. 4ed. St Louis, Missouri: Mosby, 2000.
- 61.White SC. Cone-beam imaging in dentistry. Health Physics 2008; 95:628-37.
- 62.Yoshimine S, Nishihara K, Nozoe E, Yoshimine M, Nakamura N. Topographic analysis of maxillary premolars and molars and maxillary

sinus using cone beam computed tomography. *Implant Dentistry* 2012; 21: 528-35.

Anexo 1. Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
GOIÁS - UFG



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análise das relações das raízes dos dentes posteriores superiores com o seio maxilar por meio da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

Pesquisador: Carla Aparecida Bernardes da Costa Meneses Nunes

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 19715613.5.0000.5083

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 391.886

Data da Relatoria: 02/09/2013

Apresentação do Projeto:

Título: Análise das relações das raízes dos dentes posteriores superiores com o seio maxilar por meio da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. **Pesquisador responsável:** Carla Aparecida Bernardes da Costa Meneses Nunes; **N. CAAE:** 9715613.5.0000.5083. **Instituição Proponente:** Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás **participantes:** Ana Helena Gonçalves de Alencar, Carlos Estrela, Elismauro Francisco de Mendonça e Orlando Aguirre Guedes. **Grande Área 4. Ciências da Saúde;** estudo descritivo transversal. **Amostra:** serão selecionadas 800 imagens tomográficas de um banco de imagens de uma clínica particular da cidade de Goiânia-Go obtidas no período de janeiro de 2007 a junho de 2013. **Coleta de Dados** prevista para o período de 21/10/2013 a 29/11/2013.

Objetivo da Pesquisa:

Analisar a relação das raízes dos dentes superiores posteriores com o soalho do seio maxilar, por meio da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Em específico: 1) Mensurar a distância entre o ápice da raiz vestibular e a parede inferior do seio maxilar dos dentes posteriores superiores; 2) Mensurar a distância entre o ápice da raiz palatina e a parede inferior do seio maxilar dos dentes posteriores superiores; 3) Mensurar a espessura da cortical óssea da parede inferior do seio maxilar; 4) Determinar a relação vertical entre a parede inferior do seio maxilar e os

Endereço: Prédio da Reitoria Térreo Cx. Postal 131
Bairro: Campus Samambaia **CEP:** 74.001-970
UF: GO **Município:** GOIANIA
Telefone: (62)3521-1215 **Fax:** (62)3521-1163 **E-mail:** cep.prppg.ufg@gmail.com

Página 01 de 03

Continuação do Parecer: 391.886

ápices dentários dos dentes superiores posteriores;5) Determinar a relação horizontal entre a parede inferior do seio maxilar e os ápices dentários dos dentes superiores posteriores;6) Determinar a prevalência das alterações em mucosa do seio e a sua relação com dentes apresentando infecções de origem endodôntica.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Relatam que não há riscos para os indivíduos selecionados na amostra uma vez que a pesquisa será realizada em banco de dados. Os indivíduos não serão submetidos a nenhum procedimento adicional. Benefícios: justifica por buscar extrapolar para as condições clínicas reais as vantagens e desvantagens desse método de imagem, na busca do método mais acurado para avaliação das patologias sinusais e endodônticas e assim beneficiar indivíduos com indicação clínica de intervenções endodônticas, principalmente aquelas mais invasivas.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa será realizada sem conter qualquer indicador da identidade do participante, garantindo plenamente o sigilo quanto a sua privacidade e a confidencialidade. Pede dispensa de TCLE, por se tratar de uma pesquisa com a coleta de dados proveniente de Banco de dados secundários e não terá contato direto com os pacientes. Porém apresenta o Termo de Consentimento de Uso de Banco de Dados. Apresenta orçamento de R\$10.000,00, que custeado pelos próprios pesquisadores.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresenta os seguintes documentos: Projeto de Pesquisa em pdf e doc; certidão conselho diretor.jpg; TCUD - Termo de Consentimento de Uso de Banco de Dados; Folha de Rosto.jpg; Termo compromisso pesquisadores.jpg; Currículo Elismauro.pdf; Currículo Orlando.pdf; Currículo Carla.pdf; Currículo Ana Helena.pdf e Currículo Carlos Estrela.pdf;

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Considerar-se-á este protocolo de pesquisa aprovado smj deste comitê

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Prédio da Reitoria Térreo Cx. Postal 131
Bairro: Campus Samambaia CEP: 74.001-970
UF: GO Município: GOIANIA
Telefone: (62)3521-1215 Fax: (62)3521-1163 E-mail: cep.prppg.ufg@gmail.com

Continuação do Parecer: 391.886

Considerações Finais a critério do CEP:

Enviar relatórios parcial e final

GOIANIA, 11 de Setembro de 2013

Assinador por:
João Batista de Souza
(Coordenador)

Endereço: Prédio da Reitoria Térreo Cx. Postal 131
Bairro: Campus Samambala **CEP:** 74.001-970
UF: GO **Município:** GOIANIA
Telefone: (62)3521-1215 **Fax:** (62)3521-1163 **E-mail:** cep.prppg.ufg@gmail.com

Página 03 de 03

Anexo 2. Normas de publicação do periódico

Guidelines for Publishing Papers in the JOE

Writing an effective article is a challenging assignment. The following guidelines are provided to assist authors in submitting manuscripts.

The *JOE* publishes original and review articles related to the scientific and applied aspects of endodontics. Moreover, the *JOE* has a diverse readership that includes full-time clinicians, full-time academicians, residents, students and scientists. Effective communication with this diverse readership requires careful attention to writing style.

General Points on Composition

Organization of Original Research Manuscripts

Manuscripts Category Classifications and Requirements

Available Resources

1. General Points on Composition

1. Authors are strongly encouraged to analyze their final draft with both software (e.g., spelling and grammar programs) and colleagues who have expertise in English grammar. References listed at the end of this section provide a more extensive review of rules of English grammar and guidelines for writing a scientific article. Always remember that clarity is the most important feature of scientific writing. Scientific articles must be clear and precise in their content and concise in their delivery since their purpose is to inform the reader. The Editor reserves the right to edit all manuscripts or to reject those manuscripts that lack clarity or precision, or have unacceptable grammar or syntax. The following list represents common errors in manuscripts submitted to the *JOE*:
2. The paragraph is the ideal unit of organization. Paragraphs typically start with an introductory sentence that is followed by sentences that describe additional detail or examples. The last sentence of the paragraph provides conclusions and forms a transition to the next paragraph. Common problems include one-sentence paragraphs, sentences that do not develop the theme of the paragraph (see also section “c” below), or sentences with little to no transition within a paragraph.
3. Keep to the point. The subject of the sentence should support the subject of the paragraph. For example, the introduction of authors' names in a sentence changes the subject and lengthens the text. In a paragraph on sodium hypochlorite, the sentence, “In 1983, Langeland et al., reported that sodium hypochlorite acts as a lubricating factor during instrumentation and helps to flush debris from the root canals” can be edited to: “Sodium hypochlorite acts as a lubricant during instrumentation and as a vehicle for flushing the generated debris (Langeland et al., 1983).” In this example, the paragraph's subject is sodium hypochlorite and sentences should focus on this subject.
4. Sentences are stronger when written in the active voice, i.e., the subject performs the action. Passive sentences are identified by the use of passive verbs such as “was,” “were,” “could,” etc. For example: “Dexamethasone was found in this study to be a factor that was associated with reduced inflammation,” can be edited to: “Our results demonstrated that dexamethasone reduced inflammation.” Sentences written in a direct and active voice are generally more powerful and shorter than sentences written in the passive voice.
5. Reduce verbiage. Short sentences are easier to understand. The inclusion of unnecessary words is often associated with the use of a passive voice, a lack of focus or run-on sentences. This is not to imply that all sentences need be short or even the same length. Indeed, variation in sentence structure and length often helps to maintain reader interest. However, make all words count. A more formal way of stating this point is

that the use of subordinate clauses adds variety and information when constructing a paragraph. (This section was written deliberately with sentences of varying length to illustrate this point.)

6. Use parallel construction to express related ideas. For example, the sentence, “Formerly, endodontics was taught by hand instrumentation, while now rotary instrumentation is the common method,” can be edited to “Formerly, endodontics was taught using hand instrumentation; now it is commonly taught using rotary instrumentation.” The use of parallel construction in sentences simply means that similar ideas are expressed in similar ways, and this helps the reader recognize that the ideas are related.
7. Keep modifying phrases close to the word that they modify. This is a common problem in complex sentences that may confuse the reader. For example, the statement, “Accordingly, when conclusions are drawn from the results of this study, caution must be used,” can be edited to “Caution must be used when conclusions are drawn from the results of this study.”
8. To summarize these points, effective sentences are clear and precise, and often are short, simple and focused on one key point that supports the paragraph’s theme.
9. Authors should be aware that the *JOE* uses iThenticate, plagiarism detection software, to assure originality and integrity of material published in the *Journal*. The use of copied sentences, even when present within quotation marks, is highly discouraged. Instead, the information of the original research should be expressed by new manuscript author’s own words, and a proper citation given at the end of the sentence. Plagiarism will not be tolerated and manuscripts will be rejected, or papers withdrawn after publication based on unethical actions by the authors. In addition, authors may be sanctioned for future publication.

2. Organization of Original Research Manuscripts

Please Note: All abstracts should be organized into sections that start with a one-word title (in bold), i.e., *Introduction, Methods, Results, Conclusions, etc.*, and should not exceed more than 250 words in length.

1. **Title Page:** The title should describe the major emphasis of the paper. It should be as short as possible without loss of clarity. Remember that the title is your advertising billboard—it represents your major opportunity to solicit readers to spend the time to read your paper. It is best not to use abbreviations in the title since this may lead to imprecise coding by electronic citation programs such as PubMed (e.g., use “sodium hypochlorite” rather than NaOCl). The author list must conform to published standards on authorship (see authorship criteria in the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals at www.icmje.org). The manuscript title, name and address (including email) of one author designated as the corresponding author. This author will be responsible for editing proofs and ordering reprints when applicable. The contribution of each author should also be highlighted in the cover letter.
2. **Abstract:** The abstract should concisely describe the purpose of the study, the hypothesis, methods, major findings and conclusions. The abstract should describe the new contributions made by this study. The word limitations (250 words) and the wide distribution of the abstract (e.g., PubMed) make this section challenging to write clearly. This section often is written last by many authors since they can draw on the rest of the manuscript. Write the abstract in past tense since the study has been completed. Three to ten keywords should be listed below the abstract.
3. **Introduction:** The introduction should briefly review the pertinent literature in order to identify the gap in knowledge that the study is intended to address and the limitations of previous studies in the area. The purpose of the study, the tested hypothesis and its scope should be clearly described. Authors should realize that this section of the paper is their primary opportunity to establish communication with the diverse readership of the *JOE*. Readers who are not expert in the topic of the manuscript are likely to skip the paper if the introduction fails to succinctly summarize the gap in knowledge that the study addresses. It is important to note that many successful manuscripts require no more than a few paragraphs to accomplish

these goals. Therefore, authors should refrain from performing extensive review of the literature, and discussing the results of the study in this section.

4. **Materials and Methods:** The objective of the materials and methods section is to permit other investigators to repeat your experiments. The four components to this section are the detailed description of the materials used and their components, the experimental design, the procedures employed, and the statistical tests used to analyze the results. The vast majority of manuscripts should cite prior studies using similar methods and succinctly describe the essential aspects used in the present study. Thus, the reader should still be able to understand the method used in the experimental approach and concentration of the main reagents (e.g., antibodies, drugs, etc.) even when citing a previously published method. The inclusion of a “methods figure” will be rejected unless the procedure is novel and requires an illustration for comprehension. If the method is novel, then the authors should carefully describe the method and include validation experiments. If the study utilized a **commercial product**, the manuscript must state that they either followed manufacturer’s protocol or specify any changes made to the protocol. If the study used an **in vitro model** to simulate a clinical outcome, the authors must describe experiments made to validate the model, or previous literature that proved the clinical relevance of the model. Studies on **humans** must conform to the Helsinki Declaration of 1975 and state that the institutional IRB/equivalent committee(s) approved the protocol and that informed consent was obtained after the risks and benefits of participation were described to the subjects or patients recruited. Studies involving **animals** must state that the institutional animal care and use committee approved the protocol. The statistical analysis section should describe which tests were used to analyze which dependent measures; p-values should be specified. Additional details may include randomization scheme, stratification (if any), power analysis as a basis for sample size computation, drop-outs from clinical trials, the effects of important confounding variables, and bivariate versus multivariate analysis.
5. **Results:** Only experimental results are appropriate in this section (*i.e.*, neither methods, discussion, nor conclusions should be in this section). Include only those data that are critical for the study, as defined by the aim(s). Do not include all available data without justification; any repetitive findings will be rejected from publication. All Figures, Charts and Tables should be described in their order of numbering with a brief description of the major findings. Author may consider the use of supplemental figures, tables or video clips that will be published online. Supplemental material is often used to provide additional information or control experiments that support the results section (e.g., microarray data).
6. **Figures:** There are two general types of figures. The first type of figures includes photographs, radiographs or micrographs. Include only essential figures, and even if essential, the use of composite figures containing several panels of photographs is encouraged. For example, most photo-, radio- or micrographs take up one column-width, or about 185 mm wide X 185 mm tall. If instead, you construct a two columns-width figure (*i.e.*, about 175 mm wide X 125 mm high when published in the *JOE*), you would be able to place about 12 panels of photomicrographs (or radiographs, etc.) as an array of four columns across and three rows down (with each panel about 40 X 40 mm). This will require some editing to emphasize the most important feature of each photomicrograph, but it greatly increases the total number of illustrations that you can present in your paper. Remember that each panel must be clearly identified with a letter (e.g., “A,” “B,” etc.), in order for the reader to understand each individual panel. Several nice examples of composite figures are seen in recent articles by Jeger et al (J Endod 2012;38:884–888); Olivieri et al., (J Endod 2012;38:1007–1011); Tsai et al (J Endod 2012;38:965–970). Please note that color figures may be published at no cost to the authors and authors are encouraged to use color to enhance the value of the illustration. Please note that a multipanel, composite figure only counts as one figure when considering the total number of figures in a manuscript (see section 3, below, for maximum number of allowable figures).

The second type of figures are graphs (*i.e.*, line drawings including bar graphs) that plot a dependent measure (on the Y axis) as a function of an independent measure (usually plotted on the X axis). Examples include a graph depicting pain scores over time, etc. Graphs should be used when the overall trend of the results are more important than the exact numerical values of the results. For example, a graph is a convenient way of reporting that an ibuprofen-treated group reported less pain than a placebo group over the first 24 hours, but was the same as the placebo group for the next 96 hours. In this case, the trend of the results is the primary finding; the actual pain scores are not as critical as the relative differences between the NSAID and placebo groups.

7. **Tables:** Tables are appropriate when it is critical to present exact numerical values. However, not all results need be placed in either a table or figure. For example, the following table may not be necessary:

% NaOCl	N/Group	% Inhibition of Growth
0.001	5	0
0.003	5	0
0.01	5	0
0.03	5	0
0.1	5	100
0.3	5	100
1	5	100
3	5	100

8. Instead, the results could simply state that there was no inhibition of growth from 0.001-0.03% NaOCl, and a 100% inhibition of growth from 0.03-3% NaOCl (N=5/group). Similarly, if the results are not significant, then it is probably not necessary to include the results in either a table or as a figure. These and many other suggestions on figure and table construction are described in additional detail in Day (1998).
9. **Discussion:** This section should be used to interpret and explain the results. Both the strengths and weaknesses of the observations should be discussed. How do these findings compare to the published literature? What are the clinical implications? Although this last section might be tentative given the nature of a particular study, the authors should realize that even preliminary clinical implications might have value for the clinical readership. Ideally, a review of the potential clinical significance is the last section of the discussion. What are the major conclusions of the study? How does the data support these conclusions
10. **Acknowledgments:** All authors must affirm that they have no financial affiliation (*e.g.*, employment, direct payment, stock holdings, retainers, consultancies, patent licensing arrangements or honoraria), or involvement with any commercial organization with direct financial interest in the subject or materials discussed in this manuscript, nor have any such arrangements existed in the past three years. Any other potential conflict of interest should be disclosed. Any author for whom this statement is not true must append a paragraph to the manuscript that fully discloses any financial or other interest that poses a conflict. Likewise the sources and correct attributions of all other grants, contracts or donations that funded the study must be disclosed
11. **References:** The reference style follows Index Medicus and can be easily learned from reading past issues of the *JOE*. The *JOE* uses the Vancouver reference style, which can be found in most citation management software products. Citations are placed in parentheses at the end of a sentence or at the end of a clause that requires a literature citation. Do not use superscript for references. Original reports are limited to 35 references. There are no limits in the number of references for review articles.
3. **Manuscripts Category Classifications and Requirements**
- Manuscripts submitted to the *JOE* must fall into one of the following categories. The abstracts for all these categories would have a maximum word count of 250 words:

1. CONSORT Randomized Clinical Trial-Manuscripts in this category must strictly adhere to the Consolidated Standards of Reporting Trials-CONSORT- minimum guidelines for the publication of randomized clinical trials. These guidelines can be found at www.consort-statement.org/. These manuscripts have a limit of 3,500 words, [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures and 4 tables*.
2. Review Article-Manuscripts in this category are either narrative articles, or systematic reviews/meta-analyses. Case report/Clinical Technique articles even when followed by extensive review of the literature will should be categorized as "Case Report/Clinical Technique". These manuscripts have a limit of 3,500 words, [including abstract, introduction, discussion and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures and 4 tables*.
3. Clinical Research (e.g., prospective or retrospective studies on patients or patient records, or research on biopsies, excluding the use of human teeth for technique studies). These manuscripts have a limit of 3,500 words [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures and 4 tables*.
4. Basic Research Biology (animal or culture studies on biological research on physiology, development, stem cell differentiation, inflammation or pathology). Manuscripts that have a primary focus on biology should be submitted in this category while manuscripts that have a primary focus on materials should be submitted in the Basic Research Technology category. For example, a study on cytotoxicity of a material should be submitted in the Basic Research Technology category, even if it was performed in animals with histological analyses. These manuscripts have a limit of 2,500 words [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures or 4 tables*.
5. Basic Research Technology (Manuscripts submitted in this category focus primarily on research related to techniques and materials used, or with potential clinical use, in endodontics). These manuscripts have a limit of 2,500 words [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 3 figures and tables*.
6. Case Report/Clinical Technique (e.g., report of an unusual clinical case or the use of cutting-edge technology in a clinical case). These manuscripts have a limit of 2,500 words [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures or tables*.

* Figures, if submitted as multipanel figures must not exceed 1 page length. Manuscripts submitted with more than the allowed number of figures or tables will require approval of the *JOE* Editor or associate editors. If you are not sure whether your manuscript falls within one of the categories above, or would like to request preapproval for submission of additional figures please contact the Editor by email at jendodontics@uthscsa.edu.

Importantly, adhering to the general writing methods described in these guidelines (and in the resources listed below) will help to reduce the size of the manuscript while maintaining its focus and significance. Authors are encouraged to focus on only the essential aspects of the study and to avoid inclusion of extraneous text and figures. The Editor may reject manuscripts that exceed these limitations.

Topographic anatomical relation between roots of maxillary posterior teeth and the maxillary sinus

Carla A. B. C. M. Nunes*

Orlando A. Guedes**

Ana Helena G. Alencar ***

Carlos Estrela****

*Professor of Oral Radiology, Department of oral Science, Federal University of Goiás, Goiânia, GO, Brazil;

**Professor of Endodontics, Department of oral Science, Cuiabá University, Cuiabá, MT, Brazil

***Professor of Endodontics, Department of oral Science, Federal University of Goiás, Goiânia, GO, Brazil;

****Chairman and Professor of Endodontics, Department of oral Science, Federal University of Goiás, Goiânia, GO, Brazil;

Correspondence and offprint requests:

Professor Carlos ESTRELA

Department of Oral Sciences, Federal University of Goiás

Praça Universitária s/n, Setor Universitário, Goiânia, GO, Brazil

CEP: 74.605-220

E-mail: estrela3@terra.com.br

Summary

Purpose: To analyze the topographical anatomic relationship between the maxillary posterior teeth and the maxillary sinus (MS) using cone beam computed tomography (CBCT). **Methods:** A sample of 202 CBCT examinations, consisting of 600 premolars and 600 molars were selected for the study images. The distance between the root apex and the floor of the MS as well as the thickness of the cortical bone of the floor of the MS in closer to root apex and furcation region was measured. The vertical and horizontal relationships of the MS floor with the roots of the molars were classified according to Kwak et al. (2004) with adaptation. The mean and standard deviation of distances and thicknesses were obtained. The difference between the distances, as well as between cortical thicknesses was evaluated by Kruskal-Wallis test. The difference between the types of the vertical relationship, as well as between the types of the horizontal relationship, of the molars was assessed by Chi-square test. Significant values were considered $p < 0.05$. **Results:** The shortest distance between the apex and the MS floor was observed in MB root of the second molar (0.36 ± 1.17 mm) and the longest distance in V root of the first premolar (5.47 ± 4.43 mm). In the group of single-rooted premolar, the closest distance between the apex and the MS floor was observed in the roots of the second premolar (1.71 ± 2.81 mm). The greater cortical thickness of the floor of the MS was observed in the first premolar area (1.28 ± 0.42 mm) and the lower, in the second molar area (0.65 ± 0.41 mm). There was no statistically significant difference in the thickness of cortical bone in relation to proximity to the apex of the MB, DB and P roots of the molars. The vertical relationship most observed in the molars was Type 2 and the horizontal was type 2H. **Conclusions:** The roots of the upper molars showed greater proximity to SM when compared to premolar; the thickness of the cortical bone of the floor of the SM in the region closest to the apex and furcation area was found to be similar; the roots of the upper molars presented more frequently a vertical and horizontal relationship of proximity with the SM.

Keywords: anatomy, maxillary sinus, cone beam computed tomography.

INTRODUCTION

The relationship between the roots of the upper posterior teeth and the floor of the maxillary sinus (MS) has stimulated the conduct of studies due to the possibility of the establishment of conditions of an inflammatory nature. The MS is a large cavity located in the body of the maxilla and zygomatic process, and is compared to a quadrangular pyramid, with the base on the lateral wall of the nasal cavity and the apex in the zygomatic bone. The MS starts its development by the seventh day tenth of intra-uterine life and in the birth is small and has shaped slit. After birth continues its growth in the lateral and inferior direction; around 12 years of age reaches, inferiorly, the level of the nasal cavity and then stretching from 4 to 5 mm inferiorly to it. ^{1,2} In adulthood the floor of the MS is formed by the alveolar recess located on a lower level than the nasal cavity floor. This area goes toward the back teeth with the roots of the first molar and second premolar standing in close proximity to the sinus floor. These roots may protrude through the floor of the sinus, but normally are covered by a thin layer of bone and mucosa. ³ This anatomical relationship implies a number of installation possibilities of inflammatory and traumatic injuries in the MS, from the presence of lesions and procedures performed in the upper posterior teeth.

Infectious processes located in the maxilla can spread over several paths depending on the tooth anatomical position. Thus, bacteria and byproducts of pulp necrosis of the upper posterior teeth can spread to adjacent anatomical structures, including the MS. ^{4,5} Still, during endodontic and surgical procedures in the upper posterior teeth, there is a risk of invasion of the MS with the possibility of intrusion of material or tooth roots inside.

Furthermore changes of the MS can produce signs and symptoms similar to those present in dental pain frames, making it difficult to establish an accurate diagnosis for the patient.

The radiographic image is an important resource for analyzing the relationship between topographic anatomic upper posterior teeth and the MS. However there are limitations in conventional radiography that can harm this analysis. Oberli *et al.* ⁶ using periapical radiographs analyzed the risk of occurrence of oro-antral communication while performing periapical surgery in premolars and molars. The authors concluded that conventional periapical

radiographs cannot be used as predictors for perforation of the floor of the MS during periapical surgery. The main reason was the limitation imposed by the two-dimensional representation of the image which prevents a correct interpretation of the relationship of periapical lesions and the floor of the MS. According to Eberhardt *et al.*⁷ standard dental radiographs, including pantomography and pluridirectional tomography, represent a two-dimensional image and as such are inadequate and / or impractical for precise morphometric assessment of osseous relationships.

Since the introduction of computed tomography (CT) (Ambrose⁸; Housfield ⁹), has been observed that its clinical application allowed significant revolution in healthcare, including dentistry.¹⁰⁻¹² The anatomy of the MS, with regard to the presence of bone septa, was examined using CT by Koymen *et al.*¹³ and Park *et al.*¹⁴ The analysis of morphological characteristics of MS and the relationship between the sinus floor and the roots of the upper teeth was studied by Arijji *et al.*⁵, Eberhardt *et al.*⁷, Kwak *et al.*¹⁵ and Sharan & Madjar.¹⁶ These studies demonstrated the importance of CT scan due the richness of detail achieved mainly by three-dimensional image.

Recently, several areas of research and clinical activity of Dentistry have benefited from the use of cone beam computed tomography (CBCT).¹⁷⁻²⁰ The acquisition time, limiting the irradiated area, image accuracy and the reduction of radiation dose to the patient, are presented as advantages of CBCT compared to CT. The CBCT also provides a multiplane reconstruction and obtaining the three-dimensional image.¹⁹⁻²²

Low *et al.*²³ compared images of periapical radiography and CBCT images used in the preoperative diagnosis of maxillary posterior teeth with possible indication of apical surgery. In this study, 34% of lesions detected on CBCT images were not observed in the periapical radiographs. Yoshmine *et al.*²⁴ analyzed the anatomical characteristics of the upper posterior teeth and the MSes using CBCT and found that for the selection of an appropriate approach to implant treatment, evaluation by means of CBCT should be recommended. Still, the close relationship between the MS floor and the apices of the roots of the upper posterior teeth has been addressed in studies of Kilic *et al.*²⁵, Jung & Cho²⁶ and Pagin *et al.*²⁷, in different

populations in order to establish its importance in preventing iatrogenic procedures and minimize the risk of infectious disease within the MS.

Knowledge of the anatomy of the maxilla, including mainly the MS and its relation to posterior teeth, is of utmost importance not only for the accurate diagnosis of inflammatory changes that may be established both in the MS as in periapical region, but also for the correct establishment of therapeutic, surgical and rehabilitation planning. Given the above the objective of this study was to evaluate the topographic anatomical relationship between upper posterior teeth and the MS using the CBCT.

MATERIALS AND METHODS

This cross-sectional retrospective study was approved by the Local Ethical Committee of the Federal University of Goiás, on 09.02.2013, with the protocol number: 391 886.

Sample

The sample was selected from a database of a private radiological clinic in Goiânia - GO Brazil, consisting of CBCT examinations of patients referred for diagnosis purposes, from January 2009 to July 2013. Inclusion criteria were CBCT examinations of the maxilla presenting all first and second premolars, and first and second molars with complete root formation and eruption. Exclusion criteria were exams that showed image device or apparatus for orthodontic retention, external reabsorption of the root apex, apical periodontitis, bone changes associated with systemic diseases and benign and / or malignant tumors in the maxilla and MS.

All CBCT images were taken using the I-CAT Cone Beam 3D imaging system (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA) using field of view of 16 cm x 6 cm (Fields of view - FOV). Image volume was reconstructed with isotropic-isometric $0.25 \times 0.25 \times 0.25$ mm voxels. The tube voltage was 120 KVp, tube current was 3.8 mA, and an exposure time of 40 seconds was used. The images in DICOM format were processed, interpreted and measured using the software integrated to the CBCT machine (Xoran version 3.1.62; Xoran Technologies, Ann Arbor, MI, USA).

The PC workstation used Windows ® 7 Professional 32-Bit with XP Mode operating system (Microsoft Corporation Redmond, WA, USA) with 2nd Generation Intel ® Core ™ i5-2400, 3.1GHz up to 3.4GHz with Intel Turbo Boost 2.0, 4 Threads, 6MB Cache (Intel Corporation, USA), card video nVidia GeForce GT620 1GB, 64-bit (NVIDIA Corporation, USA) and Dell monitor E2211H 21.5 inch. - Widescreen resolution of 1920x1080 pixels (Dell Corporation, Round Rock, Texas USA).

Measurements

The method for analysis of the relationship of the upper posterior teeth with the floor of the MS, using CBCT, was based on the measurement of distances between dental apexes and the bottom edge of the cortical floor of the MS. The cortical thickness of the floor of the MS was measured in the region closest to the apex and in the furcation area. For the measurements, a specific tool of the I-CAT program was used, which provided results in millimeters, and the measurements was performed on the cross-sectional images with slice thickness of 1mm.

All measurements and analyzes were performed by two examiners together, both specialists in Dental Radiology and Imaging, with experience in CBCT. The examiners were trained and calibrated using 10% of the sample in a pilot study before data collection began. In the absence of consensus, a third examiner, with the same qualification, was summoned for a final decision.

To measure the distance between the root and the cortical bone of floor of the MS, a cross-section that showed the root apex was selected, and from it, the measure of the shortest distance in the vertical direction to the lower edge of the cortical bone of the floor was established. The thickness measurement was performed from the bottom edge up to the top of the cortical, in the direction perpendicular from it. To measure the thickness of cortical bone nearest the furcation, was selected a cross-section that showed both the B and P root, the measurement was also performed from the bottom edge up to the top of the cortical.

In the group of premolars, the measures were obtained: SR- distance between the apex of single-rooted teeth and the MS floor; BR- distance

between the apex of the B root and the MS floor; PR distance between the apex of the P root and the MS floor; TCS - thickness of the cortical bone of the MS floor nearest the apex of single-rooted tooth; TCB - thickness of the cortical bone of the MS floor nearest the apex of the B root; TCP - thickness of the cortical bone of the MS floor closest to the P root apex; TCF – thickness of the cortical bone of the MS floor closest to the furcation area (Figure1).

In the group of molars, the measures were obtained: MBR- distance between the apex of the MB root and the MS floor; DBR- distance between the apex of the DB root and the MS floor; PR- distance between the apex of the P root and the MS floor; TCMB - thickness of the cortical bone of the MS floor nearest the apex of the MB root; TCDB - thickness of the cortical bone of the MS floor nearest the apex of the DB root; TCP - thickness of the cortical bone of the MS floor nearest the apex of the P root; TCF - thickness of the cortical bone of the MS floor closest to the furcation area (Figure 2).

Classification of the vertical and horizontal relationship

The vertical relationship between the MS floor and the roots of the maxillary molars was classified into five categories, according to the model proposed by Kwak et al. (2004): Type I: The MS floor was located above the level connecting the buccal and palatal root apices. Type II: The MS floor was located below the level connecting the buccal and palatal root apices, without an apical protrusion over the MS floor. Type III: An apical protrusion of the buccal root apex was observed over the MS floor. Type IV: An apical protrusion of the palatal root apex was observed over the MS floor. Type V: Apical protrusions of the buccal and palatal root apices were observed over the MS floor (Figure 3 e 5 A-E).

The horizontal relationship between the MS floor and the roots of the maxillary molars was classified into five categories, adapted from proposed by Kwak et al. (2004): Type 1H: The alveolar recess of the maxillary sinus floor was located more towards the buccal side than towards the buccal root. Type 2H: The alveolar recess of the MS floor was located between the buccal and palatal roots. Type 3H: The alveolar recess of the MS floor was located more towards the palatal side than towards the palatal root. Type 4H:

The alveolar recess of the MS floor passes over the roots without establishing relationship with them; Type 5H- The alveolar recess of the MS floor was located towards the buccal side and towards the palatal side; and may or may not also extending between the roots (Figure 4 e 5 F-J).

Statistical Analysis

The mean and standard deviation of the distance between the apex and the floor of the MS; and the thickness of the cortical bone of the MS were obtained. The difference between the distances, as well as between the thickness was evaluated by Kruskal-Wallis test. The statistical difference between the types of vertical relationship and the difference between the types of horizontal relationship was evaluated by Chi-square test. For all tests, p values <0.05 were considered. Statistical analysis was performed using the Statistical Package for Social Sciences, version 20 (SPSS, Chicago, IL).

RESULTS

The sample consisted of CBCT exams of 202 patients, 128 were female (63.37%) and 74 males (36.63%), with a mean age of 40.7 year old (range: 15-80 years).

Altogether 1200 upper posterior teeth were studied, 300 first premolars, 300 second premolars, 300 first molars and 300 second molars. Among the 600 premolars, 266 were single-rooted and 334 were bi-rooted, totaling 934 roots evaluated. All molars were tri-rooted totaling 1800 analyzed roots.

A closer relationship with the apex and the MS floor was observed in the molar region compared to the premolars ($p<0.05$).

The shortest distance between apex and MS floor was observed in MB root of the second molar (0.36 ± 1.16 mm) and the longest distance in the B root of the first premolar (5.47 ± 4.40 mm).

In the group of single-rooted premolar, was statistically significant difference between the first and second premolar with respect to the distance between the apex and the MS floor, and the greater proximity observed in the second premolar (1.71 ± 2.81 mm). In the group of bi-rooted the closest was the palatal root (2.20 ± 2.90 mm), although no significant difference (Table 2).

In the group of molars, the shortest distance between apexes and floor of the MS was observed in MB root of the second molar ($0.36 \pm 1.16\text{mm}$), then the P root of left first molar ($0.45 \pm 1.10\text{ mm}$).

Regarding the MB root, there was a statistically significant difference between the first and second molar with respect to the distance between the apex and the MS floor, and greater proximity was observed in the MB root of the second left molar (Table 3).

There was no significant difference between the values of the thickness of the MS floor cortical between groups of teeth ($p > 0.05$) (Table 4).

The greater thickness of the MS floor cortical was observed at the region of apex of the first premolar ($1.28 \pm 0.42\text{ mm}$) and the lowest in the region of the apex of the second molar ($0.65 \pm 0.41\text{ mm}$).

There was not statistically significant difference in the thickness of cortical bone between the region closest to the apex and the furcation area for all roots of the premolars (Table 5).

There was no statistically significant difference between the MB, DB and P roots of molars with regard to the thickness of the MS floor cortical. Considering only the root MB was significant difference between the thickness of the MS floor cortical of the first and second molars, with the smallest thickness observed in MB root of seconds. The thickness of the cortical bone in the region of the second molars' furcation was larger than the thickness of the cortical bone nearest the apex of the first and second molars (Table 6).

There was a statistically significant difference between the types of vertical relationship and also between the types of horizontal relationship of the MS floor and the roots of the molars. The vertical relationship more observed was type 2 and the horizontal relationship was type 2H (Table 7 and 8).

DISCUSSION

The sample consisted of 202 patients, 128 female and 74 male, with a mean age of 40.7 years old ranging from 15 to 80 years. The end of the growth of the MS, the phase in which it reaches its maximum size and volume, is not yet defined in the literature consensus. Several studies have

reported the age between 14-25 years to this end.^{16,28-31} In analysis of the volume of the MS by CT, Jun *et al.*²⁶ conclude that growth ends around the third decade for males and the second decade for females. However, the MS may continue to increase in size throughout life and may extend to the zygomatic, frontal, alveolar and palatine processes of the maxilla, which may lead to displacement of the sinus floor toward the roots of the upper posterior teeth.^{3,28,30,32}

The presence of the first and second premolars and first and second molars bilaterally was an inclusion criterion, so a total 1616 samples were analyzed. Of this total, 1200 teeth had normal CT appearance of periapex, ie without apical lesion, and had measures of distance between the apex and the MS and the thickness of the MS floor bone cortical made. All examinations were acquired by the same device with the same size parameters of FOV (16cm x 6cm) and reconstructed with isotropic-isometric 0.25 × 0.25 × 0.25 mm voxels, which guaranteed the same technical standard of the images analyzed. According to the European Guidelines³³ 2011 to feature the image that is most important of all, for the clinical use of CBCT in dentistry, is its geometric precision. While this guide to indicate the use of the voxel 0.12 mm for analysis of the anatomy of the root canals in endodontic, with regard to obtaining measurements and anatomical analysis there is generally no indication of specific voxel size.

A closer relationship with the MS was found in the roots of the molars when compared to the premolars, which is in agreement with the studies of Eberhardt *et al.*⁷ and Kwak *et al.*¹⁵ who used CT for image acquisition for the measurements, and studies of Yoshimine S *et al.*²⁴, Kilic *et al.*²⁵ and Pagin *et al.*²⁷ who used CBCT.

The shortest distance between the root apex and the MS was observed in MB root of the second molar. The same result was obtained by Eberhardt *et al.*⁷ who performed measurements between the apexes of the roots of the posterior teeth and the MS using CT, with a sample of 38 patients and 12 specimens. Jung & Cho²⁶ investigated the relationship of the upper molars and adjacent structures, by means of CBCT, performing measurements on a sample of 83 patients with a total of 332 molars, and also concluded that the shortest distance between the apex and the MS was found in the MB root of

the second molar. Pagin *et al.*²⁷ evaluated the relationship of proximity between the MS floor and the apices of the roots of the posterior teeth by means of CBCT in the Brazilian population. Their sample was composed by 100 MS and 601 roots apices and they concluded that the MB root of the second molar root is frequently found in close proximity with the sinus floor. In disagreement with our result, Kwak *et al.*¹⁵ analyzed the clinical and morphological features of the MS, by mean of CT, in Korean population and found the shortest distance between the apex and the MS floor in the DB root of the second molar. Kilic *et al.*²⁵ also found the shortest distance between the apex and the MS in DB root of second molar, analyzing 87 right and 89 left maxillae of 92 patients by means of CBCT. Yoshimine *et al.*²⁴ analyzed the anatomical characteristics of the premolars, molars and MS in study for planning and implant treatment. They used CBCT, a sample of 30 patients with a total of 120 teeth, and found the shortest distance between the root and the MS, in the P root of first molar. Our results showed that after the MB of the second molar root, the root with the shortest distance between the apex and the MS was the P of the first molar, but there was no statistically significant difference for this outcome. It is worth noting that according to Maillet *et al.*³⁴ the MB root and P root of the second and first molars respectively are often associated with odontogenic sinusitis.

The largest distance between the root apex and the MS floor was found in the first premolars, which is in agreement with the study by Kilic *et al.*²⁵

Some of the studies that analyzed the relationship of the roots of the upper posterior teeth with the MS, used with reference to the presence of protrusion of the roots in the MS and assigned negative values for the distance between the apex and the floor of the MS considering the lower portion of the alveolar recess adjacent to the protrusion.^{25,26} In our study we consider that even with the protrusion of the roots into the MS there is a need to investigate the presence of cortical bone and the mucosa overlying the cortical constituting the floor of the MS. So we consider this measure to be 0.00 mm when the apex had contact with the floor and also when there was a root protrusion into the MS. For further research, we measured the thickness of the cortical bone of the sinus floor in the region closest to the apex and in the furcation area. Kwak *et al.*¹⁵ also made measurements of the thickness

of the MS floor cortical bone in nearby regions of the root apex and furcation area and pointed out that the thickness of the MS floor cortical bone and its relationship to the adjacent teeth is important in determining the prognosis of the orthodontic tooth movement. According to the authors this information can provide a more appropriate basis for controlling orthodontic tooth movement and forecasting the degree of tooth movement during orthodontic procedures. Yoshmine *et al.* ²⁴ in a study of the topography of the upper posterior teeth and the MS using CBCT, considered being important to know the thickness of the MS cortical bone, in the closest region to the B root apex of the posterior teeth. According to the authors this knowledge helps in the planning of dental implants and in the obtaining aesthetic successful treatment. In this study the greater cortical thickness of the floor of the MS was found in the region of the first premolar (1.13 ± 0.62 mm) and the smallest in the region of the first molars (0.82 ± 0.28 mm). A similar result was obtained in our study in which the most thickness of the cortical of the MS floor was observed in the region of the apex of the first premolar (1.28 ± 0.42 mm) and the smallest in the region of the apex of second molars (0.65 ± 0.41 mm). Although there was no statistically significant difference for these results, in our study, it is interesting to note that the region of greatest distance between the apex and the MS floor coincided with the region of greatest cortical thickness closer to the apex (first premolars), and the region of shortest distance between the apex and the MS floor coincided with the lower cortical thickness closer to the apex (second molars). This fact could be an indication of a greater chance of spreading infections of dental origin for the MS in the region of the second molars. Future studies with specific criteria for sample selection are likely to corroborate this hypothesis.

All first and second molars, a total of 600 teeth, were both vertical and horizontal relationship between the MS floor and the roots classified. The vertical relationship Type II, in which the floor of the MS is located below the level connecting the buccal and palatal root apices without an apical protrusion over the MS floor, was the most observed. However, contrary to ours results, the vertical relationship most observed in a study of Kwak *et al.*¹⁵ held in korean population, and Kilic *et al.* ²⁵ conducted in the Turkish population, was type I in which the MS floor is located above the level

connecting the buccal and palatal root apices. The difference between these studies may be attributed not only to methodological differences, but also the characteristics of ethnicity, since the populations analyzed were diverse. A common feature classification I and II is the lack of protrusion of the roots of the sinus floor. The lack of projection of the roots into the sinus was also found as more incident in studies of Eberhardt *et al.* ⁷, Sharan & Madjar ¹⁶ and Pagin *et al.* ²⁷ However, in a study of Jung & Cho ²⁶ also held in Korean population, the relationship in that had a root projection into the MS was the most found.

The horizontal relationship Type 2H, in which the alveolar recess of the MS floor is located between the roots B and P, was the most observed. These results are in agreement with the results of Kwak *et al.* ¹⁵ and Jung & Cho. ²⁶ The Type 1H relationship, in which the alveolar recess of the MS floor is located towards the buccal side than towards the buccal root, showed a higher frequency in the second molars when compared to the first. These results are in agreement with the results Jung & Cho (2012), however, Kwak *et al.* ¹⁵ did not observe this difference between the first and second molars.

The presence of relationship vertical Type II, and horizontal Type 2H, due to the very close relationship with the root with the MS floor, may contribute to a rapid and effective dissemination of periapical infectious processes and still provide the alveolar extension post extraction, what may jeopardize future rehabilitation by dental implants. In a study of Obayashi *et al.* ⁴ on the spread of infections arising in upper teeth, it was observed that 65.7% of the cases analyzed showed alterations in alveolar bone cortical involving these teeth, buccal cortical bone being the most affected. Despite these changes have been most evident in the anterior teeth, 59% of the first molars and 42% of second molars analyzed showed the infection spreading to these cortical. Thus, depending on the Type of the horizontal relationship, a greater possibility of changes in the MS, could be present in cases of extensions towards the buccal and palatal sides (Types 1H, 3H, 5H), due to the spread of odontogenic infection.

CONCLUSIONS

The roots of the upper molars showed greater proximity to SM when compared to premolar; the thickness of the cortical bone of the floor of the SM in the region closest to the apex and furcation area was found to be similar; the roots of the upper molars presented more frequently a vertical and horizontal relationship of proximity with the SM.

REFERENCES

1. Jun BC, Song SW, Park CS, Lee DH, Cho KJ, Cho JH. The analysis of maxillary sinus aeration according to aging process; volume assessment by 3-dimensional reconstruction by high-resolution CT scanning. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2005;132:429-34.
2. White SC, Pharoah MJ. *Oral Radiology: Principles and Interpretation*. 4ed. St Louis, Missouri: Mosby, 2000.
3. Shankar L, Evans K, Hawke M, Stammberger H. *An Atlas of Imaging of the Paranasal Sinuses*. 1ed. Rio de Janeiro: 1997.
4. Obayashi N, Arijji Y, Goto M, Izumi M, Naitoh M, Kurita K, Shimozaoto K, Arijji E. Spread of odontogenic infection originating in the maxillary teeth: Computerized tomographic assessment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004;98:223-31.
5. Arijji Y, Obayashi N, Goto M, Izumi M, Naitoh M, Kurita K, Shimozaoto K, Arijji E. Roots of maxillary first and second molar in horizontal relation to alveolar cortical plates and maxillary sinus: computed tomography assessment for infection spread. *Clin Oral Invest* 2006;10:35-41.
6. Oberli K, Bornstein MM, von Arx T. Periapical surgery and the maxillary sinus; radiographic parameters for clinical outcome. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:848-53.
7. Eberhardt JA, Torabinejad M, Christiansen E. A computed tomographic study of the distances between the maxillary sinus floor and the apices of the maxillary posterior teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992;73:345-6.
8. Ambrose J. Computerized transverse axial scanning (tomography). II. Clinical application. *Br J Radiol* 1973;46:1023-47.

9. Hounsfield GN. Computerised transverse axial scanning (tomography). I. Description of system. *Br J Radiol* 1973;46:1016-22.
10. Cavalcanti MG, Vannier MW. Measurement of the volume of oral tumors by three-dimensional spiral computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 2000;29:35-40.
11. Dudic A, Giannopoulou C, Leuzinger M, Kiliaridis S. Detection of apical root resorption after orthodontic treatment by using panoramic radiography and cone-beam computed tomography of super-high resolution. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135:434-7.
12. Al-Rawi B, Hassan B, Vandenberghe B, Jacobs R. Accuracy assessment of three-dimensional surface reconstructions of teeth from cone beam computed tomography scans. *J Oral Rehabil* 2010;1;37:352-8.
13. Koymen R, Gocmen-Mas N, Karacayli U, Ortakoglu K, Ozen T, Yazici AC. Anatomic evaluation of maxillary sinus septa: surgery and radiology. *Clinical Anatomy* 2009; 22:563-70.
14. Park Y-B, Jeon H-S, Shim J-S. Analysis of the anatomy of the maxillary sinus septum using 3-dimensional computed tomography. *J Oral Maxillofac Surg* 2011;69:1070-8.
15. Kwak HH, Park HD, Yoon HR, Kang MK, Koh KS, Kim HJ. Topographic anatomy of the inferior wall of the maxillary sinus in Koreans. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2004;33:382-8.
16. Sharan A, Madjar D. Correlation between maxillary sinus floor topography and related root position of posterior teeth using panoramic and cross-sectional computed tomography imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;102:375-81.
17. Arai Y, Tammisalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofac Radiol* 1999;28:245-8.
18. Cotti E, Campisi G. Advanced radiographic techniques for the detection of lesions in bone. *Endodontic Topics* 2004;7:52-72.
19. Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it work? *Dent Clin North Am* 2008;52:707-30.

20. Scarfe WC. Use of cone-beam computed tomography in endodontics. Joint Position Statement of the American Association of Endodontists and the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;111:234-7.
21. White SC. Cone-beam imaging in dentistry. *Health Physics* 2008; 95:628-37.
22. Nair UP, Nair MK. Maxillary sinusitis of odontogenic origin: cone-beam volumetric computerized tomography-aided diagnosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;110:e53-e57.
23. Low KMT, Dula K, Bürgin W, von Arx T. Comparison of periapical radiography and limited cone-beam tomography in posterior maxillary teeth referred for apical surgery. *J Endod* 2008;34:557–62.
24. Yoshimine S, Nishihara K, Nozoe E, Yoshimine M, Nakamura N. Topographic analysis of maxillary premolars and molars and maxillary sinus using cone beam computed tomography. *Implant Dentistry* 2012; 21: 528-35.
25. Kilic C, Kamburoglu K, Yuksel S P, Ozen T. An assessment of the relationship between the maxillary posterior teeth root tips using dental cone-beam computerized tomography. *Eur J Dent* 2010;4:462-7.
26. Jung Y-H, Cho B-H. Assessment of the relationship between the maxillary molars and adjacent structures using cone beam computed tomography. *Imaging Sci Dent* 2012;42:219-24.
27. Pagin O, Centurion BS, Rubira-Bullen IRF, Capelozza ALA. Maxillary sinus and posterior teeth: accessing close relationship by cone-beam computed tomographic scanning in a Brazilian Population. *J Endod* 2013;39:748-51.
28. Ruprecht A, Lam EWN. Paranasal sinuses in: *Oral Radiology: principles and interpretation*. 4ed. St Louis, Missouri: Mosby, 2000.
29. Mehra P, Murad H. Maxillary sinus disease of odontogenic origin. *Otolaryngol Clin North Am* 2004; 37:347-64.
30. Brook I. Sinusitis of odontogenic origin. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery* 2006;135:349-355.
31. Bahadır O, Bahadır A, Kosucu p, Murat L. The effect of maxillary sinus on its development. *Acta Ot-Laryngologica* 2008;551-55.

32. Haumman CHJ, Chandler NP, Tong DC. Endodontic implications of the maxillary sinus: a review. *Int Endod J* 2002;35:127-141.
33. SEDENTEXCT (2012) European Commission, Radiation Protection N172: cone beam CT for dental and maxillofacial radiology. Evidence based guidelines. A report prepared by the SEDENTEXCT Project, 2011. www.sedentexct.eu/files/guidelines_final.pdf.
34. Maillet M, Bowles WR, McClanahan SL, John MT, Ashmad M. Cone-beam computed tomography evaluation of maxillary sinusitis. *J Endod* 2011;37:753-7.

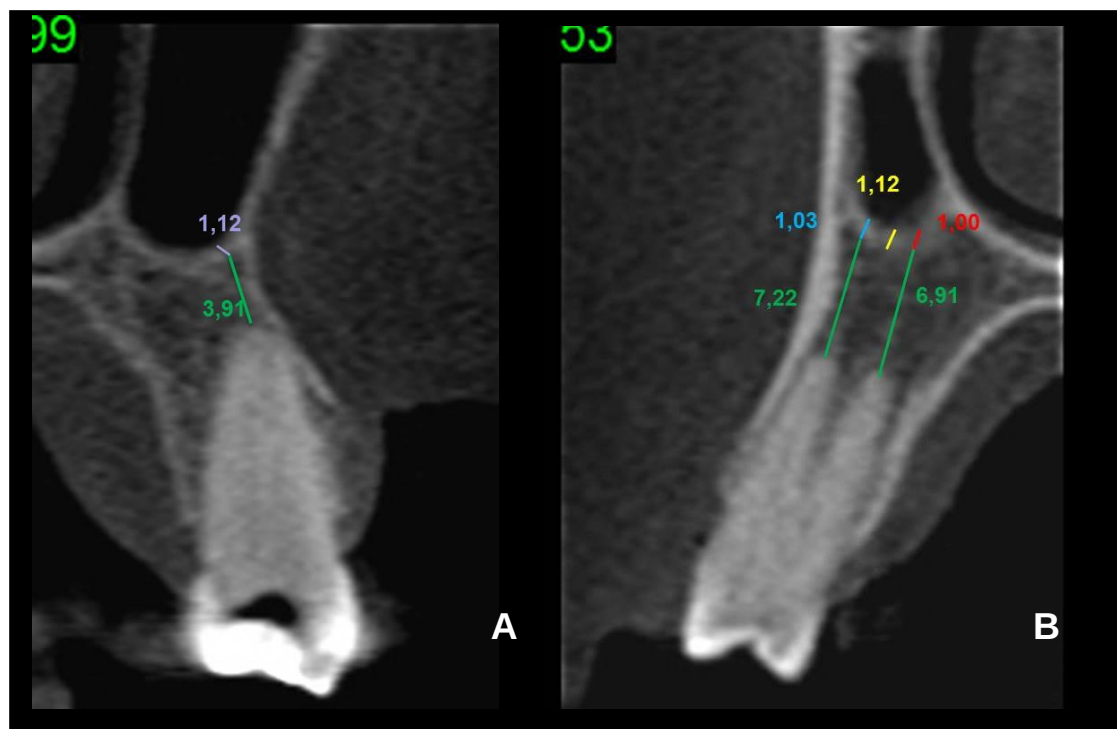


Figure 1 - CBCT cross-sections of upper premolars with measurements (mm) of: A and B) apex distance / floor of the maxillary sinus (green); A) TCU in single-rooted (lilac); B) TCB (blue); TCP (red) and TCF (yellow) bi-rooted.

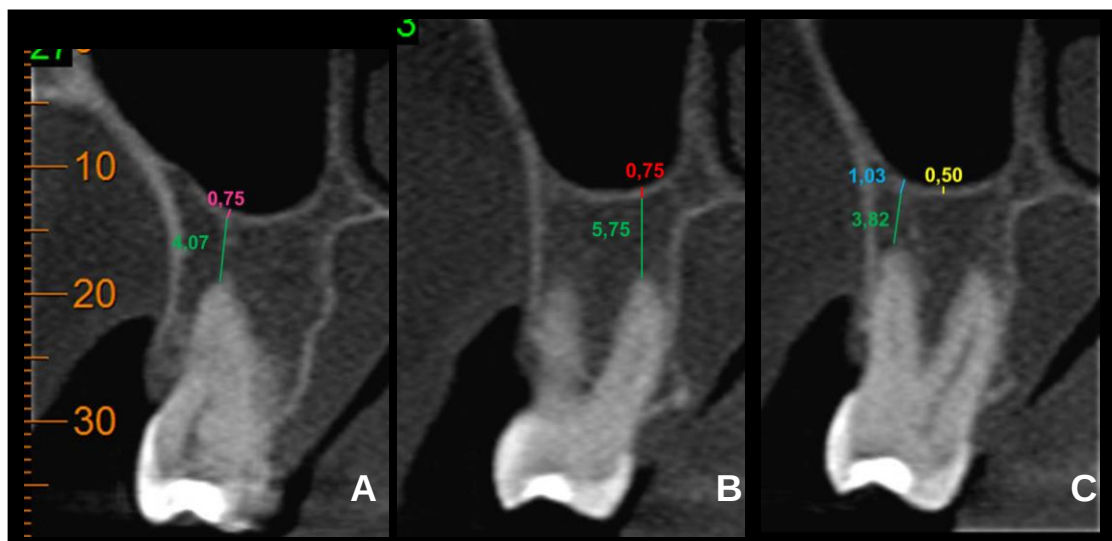


Figure 2 - Cross sections of the upper molars with CBCT measurements (mm) of: A, B and C) apex distance / floor of the maxillary sinus (green); A) TCMB (pink); B) TCP (red); C) TCDB (blue) and TCF (yellow).

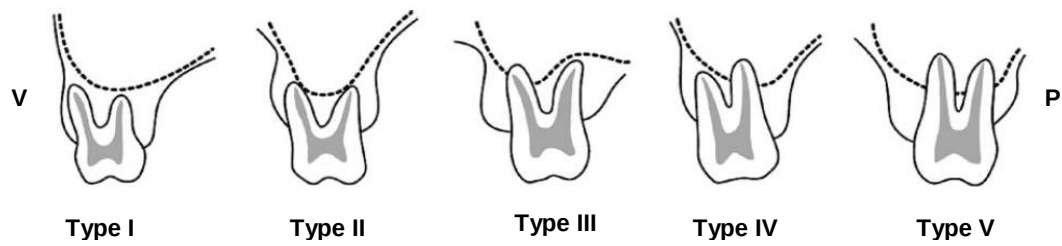


Figure 3 – Schematic illustrations of Vertical Relationship between the floor of the maxillary sinus and the roots of the maxillary molars according to Kwak et.al.2004 (V = vestibular, P = palatal).

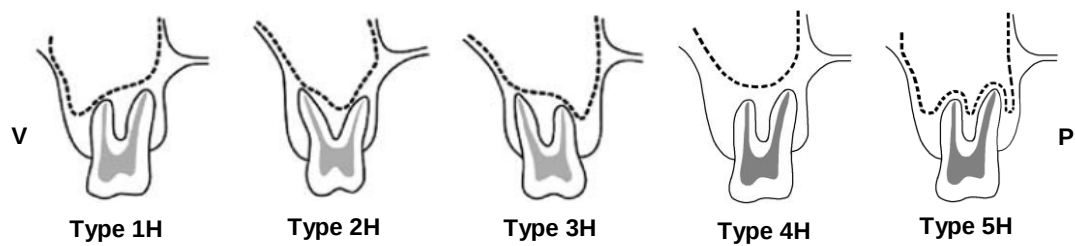


Figure 4 – Schematic illustrations of Horizontal Relation between the floor of the maxillary sinus and the roots of the upper molars adapted Kwak et.al.2004 (V = vestibular, P = palatal).

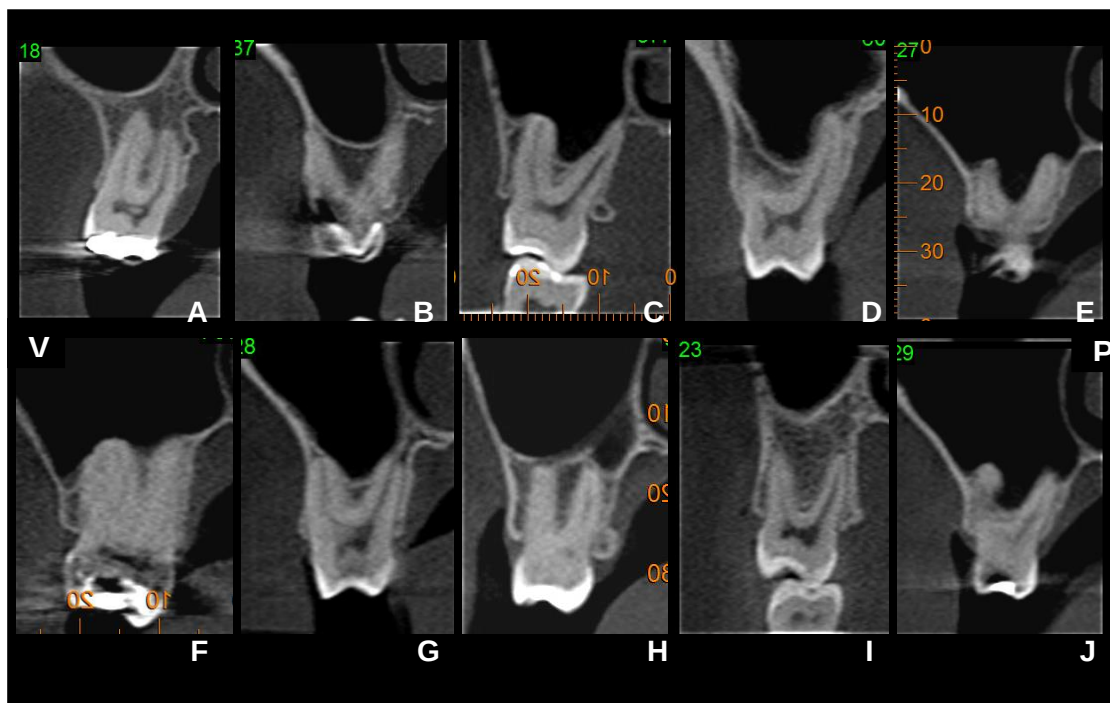


Figure 5 – Vertical Relation : A) Type I; B) Type II; C) Type III; D) Type IV; E) Type V and horizontal: F) Type 1H; G) Type 2H; M) Type 3H; I) Type 4H; J) Type 5H (Kwak et al, 2004 -. Adapted) cross-section CBCT.

Table 1 - Distance between the apex and the MS floor (mm) in groups of premolars and molars.

<i>Tooth group</i>	<i>n</i>	<i>Distance ($X \pm SD$)</i>
Premolares	934	3,54 $\pm$ 4,16 ^b
Molars	1800	0,70 $\pm$ 1,50 ^a

n = number of roots; *X* = average; *SD* = standard deviation.

Different lowercase letters indicate statistically significant difference with $p < 0.05$ (* Kruskal-Wallis).

Table 2. Distance between the apex and MS floor (mm) observed in the premolars group.

<i>Tooth</i>	<i>n</i>	<i>SR</i> (<i>X</i> ± <i>SD</i>)	<i>BR</i> (<i>X</i> ± <i>SD</i>)	<i>PR</i> (<i>X</i> ± <i>SD</i>)
14	150	4.25 ± 4.52 ^{A, b}	5.12 ± 4.14 ^{A, bc}	4.89 ± 4.45 ^{A, b}
15	150	1.80 ± 2.86 ^{A, a}	3.19 ± 3.68 ^{A, acd}	2.20 ± 2.90 ^{A, ac}
24	150	4.98 ± 4.97 ^{A, b}	5.47 ± 4.43 ^{A, bd}	4.39 ± 4.59 ^{A, bc}
25	150	1.71 ± 2.81 ^{A, a}	3.31 ± 4.90 ^{A, ac}	2.65 ± 4.36 ^{A, ac}

n = number of teeth; X = average; SD = standard deviation.

Different capital letters indicate significant differences in vertical lines and different lowercase letters indicate significant differences in the horizontal lines. p < 0.05 (* Kruskal-Wallis).

Table 3. Distance between the apex and the MS floor (mm) observed in the group of molars.

<i>Tooth</i>	<i>n</i>	<i>MBR</i> (<i>X</i> ± <i>SD</i>)	<i>DBR</i> (<i>X</i> ± <i>SD</i>)	<i>PR</i> (<i>X</i> ± <i>SD</i>)
16	150	0.96 ± 1.79 ^{A, b}	0.97 ± 1.87 ^{A, a}	0.79 ± 1.58 ^{A, abc}
17	150	0.44 ± 1.07 ^{A, ac}	0.74 ± 1.52 ^{AB, a}	1.00 ± 1.72 ^{B, bc}
26	150	0.75 ± 1.43 ^{A, bc}	0.66 ± 1.21 ^{AB, a}	0.45 ± 1.10 ^{B, a}
27	150	0.36 ± 1.17 ^{A, a}	0.62 ± 1.53 ^{AB, a}	0.73 ± 1.63 ^{B, ab}

n = number of teeth; X = average; SD = standard deviation.

Different capital letters indicate significant differences in vertical lines and different lowercase letters indicate significant differences in the horizontal lines. p < 0.05 (* Kruskal-Wallis).

Table 4 – Cortical thickness of the MS floor (mm) in groups of premolars and molars.

<i>Tooth Group</i>	<i>n</i>	<i>Thickness (X ± SD)</i>
Premolars	600	1.07 ± 0.45 ^a
Molars	600	0.81 ± 0.40 ^a

n = number of teeth; X = average; SD = standard deviation.

Equal lowercase letters indicate no statistical difference. P> 0.05 (* Kruskal-Wallis).

Table 5. Cortical thickness of the MS floor (mm) in the region of the premolars (n = 150).

<i>Tooth</i>	<i>TCS</i> (<i>X</i> ± <i>SD</i>)	<i>TCB</i> (<i>X</i> ± <i>SD</i>)	<i>TCP</i> (<i>X</i> ± <i>SD</i>)	<i>TCF</i> (<i>X</i> ± <i>SD</i>)
14	1.26 ± 0.37 ^{A, b}	1.28 ± 0.42 ^{A, bd}	1.15 ± 0.47 ^{A, b}	1.18 ± 0.33 ^{A, b}
15	0.92 ± 0.47 ^{A, a}	1.01 ± 0.52 ^{A, acd}	0.92 ± 0.53 ^{A, ab}	1.00 ± 0.52 ^{A, a}
24	1.17 ± 0.51 ^{A, bc}	1.14 ± 0.34 ^{A, bc}	1.13 ± 0.47 ^{A, b}	1.13 ± 0.31 ^{A, bc}
25	0.96 ± 0.49 ^{A, ac}	0.94 ± 0.41 ^{A, ac}	0.77 ± 0.49 ^{A, a}	0.88 ± 0.35 ^{A, ac}

n = number of teeth; X = average; SD = standard deviation.

Different capital letters indicate significant differences in vertical lines and different lowercase letters indicate significant differences in the horizontal lines. p <0.05 (* Kruskal-Wallis).

Table 6. Cortical thickness of the floor of the MS (mm) in the molar region (n = 150).

<i>Tooth</i>	<i>TCMB</i> (<i>X</i> ± <i>SD</i>)	<i>TCDB</i> (<i>X</i> ± <i>SD</i>)	<i>TCP</i> (<i>X</i> ± <i>SD</i>)	<i>TCF</i> (<i>X</i> ± <i>SD</i>)
16	0.88 ± 0.45 ^{A, b}	0.85 ± 0.45 ^{A, b}	0.78 ± 0.43 ^{AB, a}	0.96 ± 0.22 ^{AC, a}
17	0.71 ± 0.42 ^{A, a}	0.76 ± 0.42 ^{AB, ab}	0.81 ± 0.38 ^{B, a}	0.98 ± 0.27 ^{C, a}
26	0.85 ± 0.48 ^{A, b}	0.75 ± 0.39 ^{AB, ab}	0.72 ± 0.43 ^{B, a}	0.95 ± 0.24 ^{AC, a}
27	0.65 ± 0.41 ^{A, a}	0.72 ± 0.45 ^{AB, a}	0.77 ± 0.46 ^{B, a}	0.95 ± 0.25 ^{C, a}

n = number of teeth; X = average; SD = standard deviation.

Different capital letters indicate significant differences in vertical lines and different lowercase letters indicate significant differences in the horizontal lines. p < 0.05 (* Kruskal-Wallis).

Table 7. Vertical relationship between the roots of the molars and the MS floor.

Tooth	<i>n</i>	Vertical relationship Type				
		1	2	3	4	5
16	150	39 (26.00%)	67 (44.67%)	12 (8.00%)	25 (16.57%)	7 (4.67%)
17	150	47 (31.33%)	43 (28.67%)	41 (27.33%)	12 (8.00%)	7 (4.67%)
26	150	27 (18.00%)	82 (54.67%)	10 (6.67%)	23 (15.33%)	8 (5.33%)
27	150	38 (25.33%)	52 (34.67%)	37 (24.67%)	15 (10.00%)	8 (5.33%)
Total	600	151 (25.16%)	244 (40.67%)	100 (16.67%)	75 (12.50%)	30 (5.00%)

n = number of teeth. * Chi-square test. *p* <0.05

Table 8. Horizontal relationship between the roots of the molars and the MS sinus floor.

Tooth	n	Horizontal relationship				
		type				
		1H	2H	3H	4H	5H
16	150	7 (4.67%)	93 (62.00%)	9 (6.00%)	39 (26.00%)	2 (1.33%)
17	150	20 (13.33%)	78 (52.00%)	7 (4.67%)	44 (29.33%)	1 (0.67%)
26	150	7 (4.67%)	106 (70.67%)	8 (5.33%)	29 (19.33%)	0 (0.00%)
27	150	30 (20.00%)	78 (52.00%)	5 (3.33%)	36 (24.00%)	1 (0.67%)
Total	600	64 (10.67%)	355 (59.17%)	29 (4.83%)	148 (24.67%)	4 (0.67%)

n = number of teeth. * Chi-square test. *p* < 0.05

Analysis of the effect of the presence, size and distance of periapical lesions of the maxillary posterior teeth on the maxillary sinus through the CBCT.

Carla A. B. C. M. Nunes*

Orlando A. Guedes**

Ana Helena G. Alencar ***

Carlos Estrela****

*Professor of Oral Radiology, Department of oral Science, Federal University of Goiás, Goiânia, GO, Brazil;

**Professor of Endodontics, Department of oral Science, Cuiabá University, Cuiabá, MT, Brazil

***Professor of Endodontics, Department of oral Science, Federal University of Goiás, Goiânia, GO, Brazil;

****Chairman and Professor of Endodontics, Department of oral Science, Federal University of Goiás, Goiânia, GO, Brazil;

Correspondence and offprint requests:

Professor Carlos ESTRELA

Department of Oral Sciences, Federal University of Goiás

Praça Universitária s/n, Setor Universitário, Goiânia, GO, Brazil

CEP: 74.605-220

E-mail: estrela3@terra.com.br

SUMMARY

Purpose: Analyze the effect of the presence, size and distance of periapical lesions of the maxillary posterior teeth on the maxillary sinus (MS), using Cone Beam Computed Tomography (CBCT). **Methods:** The sample was selected from a database of a private practice consisting of CBCT examinations, from January 2009 to July 2013. A number of 143 MS located in maxilla that have at least one tooth with periapical lesion (PL) and 178 in jaws with teeth without PL were selected. The radiographic diagnosis of changes in MS was established, the PL were identified and classified according to Cone Beam Computed Tomography Periapical Index (CBCTPAI) and the distance between the edge of the floor of the PL and MS was measured. The frequency and percentage changes in MS and the absence and presence of teeth with PL were obtained, and then the difference between these assessed by Chi-square. P values <0.05 were considered. **Results:** A greater number of changes was observed in the MS that had at least one tooth with PL associated ($p = 0.004$). The most frequent abnormality in the presence of PL is the the mucosa thickening. There was no significant difference between the scores 2, 3, 4, 5 and the presence of abnormality in MS. All teeth that were classified with score 5 showed associations with changes of MS. The highest number of MS with abnormalities was verified when the edge of PL presented itself juxtaposed to the floor. **Conclusions:** In the presence of upper posterior teeth with PL there was a higher frequency of MS with abnormalities; the dimension of the PL did not cause a greater number of changes in the MS; when the upper edge of the PL presented juxtaposed to the floor a higher frequency of abnormalities was observed in MS.

Key words: Periapical lesion, maxillary sinus, anatomy, sinusitis, cone beam computed tomography.

INTRODUCTION

The presence of diffuse pain symptoms in the posterior maxilla may present as a framework difficult to diagnose because of the relationship between the roots of the upper posterior teeth and the floor of the MS. Because of this intimate relationship, both the MS as the upper posterior teeth, share a common nerve supply, requiring an accurate differential diagnosis when the presence of painful symptomatology in this region.¹⁻³

The MS is located in a cavity in the body of the maxilla and zygomatic process, compared to a quadrangular pyramid, based on the lateral wall of the nasal cavity and the apex zygomatic bone. The floor of MS extending from the first premolar to the maxillary tuberosity, and may present extensions to the zygomatic bone, palatine, to the alveolar ridge after tooth extractions, and reaching the anterior canine. The floor of the MS is located at a lower level than the floor of the nasal cavity and establishes a close relationship with the tooth roots.^{4,2,5,6} Presents coated pseudostratified columnar epithelium, which extends under the tunic containing serous and mucous glands, usually having a 1 mm thickness.^{4,7} The normal sinus mucosa is not visualized through radiographs, however, when ignites, either by an infectious or allergic process, there may be an increase in thickness from ten to fifteen times, making it obvious. According to White & Pharoah⁴, with thickening greater than 3 mm measurement is probably indicative of pathology.

Infectious processes located in the maxilla can disseminate along several paths, depending on the anatomical origin of the tooth position. Thus, bacteria and products of pulp necrosis of the upper posterior teeth can diffuse to adjacent anatomical structures, including MS, favoring the installation of inflammatory changes.^{8,9}

The radiographic image is an important feature for the diagnosis of periapical changes and MS. Panoramic radiographs, Water's Technique and periapical have been used both in assessing the integrity of the MS and in its relationship with the roots of the upper posterior teeth.¹⁰⁻¹⁶ However, limitations imposed by the present two-dimensional representation of three-dimensional structures, which makes especially the correct interpretation of

the relationship between roots and apical periodontitis (PL) to the floor of the MS.^{17,18}

Since the introduction of computed tomography (CT)^{19,20} have noted that its clinical application has enabled significant revolution in healthcare, including dentistry.²¹⁻²³ In 2004, Obayashi *et al.*⁸ clearly demonstrated that CT allowed the disclosure of paths spread of dental infection in the jaw. According to Brook¹³, CT is the standard reference for the analysis, imaging, the MS due to the possibility of visualizing bone, soft tissue and obtaining narrow cuts and multiple planes.

The development of CBCT, especially suited for acquiring images of the maxillofacial region provided a significant advance in dentistry. This advancement has made it possible to obtain a three-dimensional image, the production of various software and expanded use of the diagnostic image, and the image as a guide to surgical procedures.²⁴ The acquisition time, limiting the irradiated area, image accuracy and the reduction of radiation dose to the patient appear as advantages of CBCT compared to TC.²⁴⁻²⁷

The use of CBCT in Endodontics allowed the analysis of morphological variações root canals, the exact determination of the dental apices, evaluation of proximity to adjacent anatomical structures and the identification of periapical lesions in early stages.²⁸⁻³¹

In 2008, Estrela *et al.*²⁸ demonstrated that CBCT images showed high accuracy in the detection of apical periodontitis. Also in 2008, Estrela *et al.*³² proposed an index (CBCTPAI) for identification of apical periodontitis, based on CBCT images. The proposed rate allows for a more accurate method of diagnosis, which reduces the incidence of false-negative diagnosis, the observer minimizes interference and increases the confidence of epidemiological studies, particularly with regard to the prevalence and severity of apical periodontitis.

In unsuccessful cases of endodontic treatment and probable involvement of MS, CBCT has proven to be a valuable complementary examination (Nair *et al.*, 2010). The odontogenic sinusitis is a well known condition, and is approximately 10 to 12% of cases of maxillary sinusitis.¹³ The use of the CBCT in the diagnosis and treatment of sinusitis plan clinical studies proved to be justified by Maillet *et al.*,³ Ritter *et al.*,³³ and Cymerman *et al.*³⁴

Therefore appears as extremely important to use a precise tool for identification of periapical lesions and changes of MS and to evaluate the possible relationship between them. The objective of this study was to analyze the effect of the presence, size and distance of periapical lesions on the MS through the CBCT.

MATERIALS AND METHODS

This retrospective cross-sectional study was approved by the Ethics Committee of the Federal University of Goiás, on 09.02.2013, with the opinion number: 391 886 (Annex 1).

Sample

The sample was selected from a database of a private clinic (Computed Tomography Dental LTDA, TCO, Goiânia - GO Brazil), consisting of CBCT examinations of patients referred for diagnosis purposes, from January 2009 to July 2013 inclusion criteria were CBCT examinations jaw showing all the first and second premolars, and first and second molars with complete root formation and eruption. Exclusion criteria were tests showed that the image device or apparatus for orthodontic retention, bone changes associated with systemic diseases and benign and / or malignant tumors in the jaws and MS.

The CBCT images were obtained with the (Imaging Sciences International, Hatfield, Pa) I-CAT Cone Beam 3D system with field of view of 16 cm x 6 cm (Fields of view - FOV). All volumes were reconstructed with 0.25 mm isometric voxel voltage Vp of 120k and tube current of 3.8 mA tube, with an exposure time of 40 seconds. The images were analyzed with the program itself tomography (Xoran version 3.1.62; Xoran Technologies, Ann Arbor, MI, USA) on a computer with Microsoft Windows® 7 Professional 32-Bit with XP Mode (Microsoft Corporation operating system Redmond, WA, USA) with 2nd Generation Intel® Core™ i5-2400, 3.1GHz up to 3.4GHz with Intel Turbo Boost 2.0, 4 Threads, 6MB Cache (Intel Corporation, USA), card video card video nVidia GeForce GT620 1GB, 64-bit (NVIDIA Corporation, USA) and Dell monitor E2211H 21.5 inch. - Widescreen resolution of 1920x1080 pixels (Dell Corporation, Round Rock, Texas USA).

All measurements and analyzes were performed by two examiners together, the two experts in dental radiology and imaging, with experience in CBCT. Previous calibration of the examiners was conducted through analysis of CBCT examinations that followed the criteria for inclusion and exclusion from work, but were not used in the research, an amount corresponding to 10% of the sample total. In the absence of consensus, a third examiner, with the same qualification, was summoned to the final decision.

Maxillary sinus analysis

Changes in MS observed in CBCT were recorded and categorized into seven groups:

0- No change: MS hypodense cortical bone with intact and with thickness less than 3 mm mucosa.

1- mucosal thickening MS: not corticalizada area with soft tissue density, with greater than 3 mm, parallel to the bone wall thickness of the breasts.

2- sinus polyp: area with soft parts, forming an elevation (fold) in continuity with the already thickened mucosa of the MS.

3- antral pseudocyst: area with soft tissue density not corticalizada, dome-shaped, the intact floor of MS.

4- nonspecific opacification: dense soft, homogeneous, partial or total shares of MS.

5- Periostitis: thick and homogeneous or laminated form hyperdense area in continuity with the cortical floor of MS above hypodense area associated with the apex of a tooth.

6- Antrólito: well-defined hyperdense area with characteristic calcification in the cortical bone of the full MS or within the sinus.

In Figure 1 the groups are exemplified 0, 1, 2, 3, 4, 6 and combination of 1 to 5 group, and group 1 and 6.

Then the teeth were analyzed for the presence or absence of PL. Periapical lesion were considered those whose teeth without periapical bone

structures showed trabeculae and bone marrow of normal CT appearance with absence of hypodensity, PL and teeth with those with hypodensity in the periapical region (Figure 2).

The size of periapical lesions was measured using CBCTPAI³² and the images were analyzed in three dimensions. The measurements were performed on sagittal (mesio distal), coronal (palatal direction vestibule), transverse (diagonally) and also in axial (mesial and distal direction palatal vestibule). Considered with reference to larger and found the presence of expansion and / or destruction of cortical. Periapical lesions were grouped in the following scores: 0 - periapical bone structures intact; 1 - diameter radiolucency > 0.5-1 mm; 2 - diameter radiolucency > 1-2 mm; 3 - diameter radiolucency > 2-4 mm; 4 - diameter radiolucency > 4-8 mm; 5 - diameter radiolucency > 8 mm. Variables that could be added to the scores were also included: E - cortical expansion; D - cortical destruction. The tooth that had more than one root with PL, was considered the bigger for the establishment of CBCTPAI (Figure 3).

After determining the CBCTPAI, the distance between the top edge of the PL and the floor of MS was measured and classified as: A) = 0 mm (periapical lesion juxtaposed to the floor of MS); B) > 0 < 2 mm; C) $\geq$ 2 mm (Figure 4).

Following are the breasts that were located in jaws who had at least one tooth with PL, and the breasts that were located in jaws where all teeth presented no PL to examine the possibility of relationship were identified.

Statistical Analysis

The frequency and percentage of change in MS, the presence of teeth with PL, the size of periapical lesions and the distance between the top edge of the PL and the floor of MS were obtained, and the difference between these assessed by Chi-square . P values <0.05 were considered. The statistical analysis was performed using the Statistical Package for Social Sciences, version 20 (SPSS, Chicago, IL).

RESULTS

Of the total of 200 examinations, 125 (62.5%) were females and 75 gender (37.5%) were male. The age of patients ranged from 15 to 81 years with a mean age of 41.21 years distributed in age groups.

Of the total of 321 MS analyzed, 143 were located in jaws who had at least one tooth with subsequent PL and 178 in jaws with all posterior teeth without PL.

Frequency and percentage of MS with changes related to the absence and presence of PL, scores and CBCTPAI distance between the upper edge of the PL and the floor of the MS are shown in Table 1.

The results showed a greater number of changes in the MS of the jaws that had at least one tooth with PL with $p = 0.004$ (Table 1). Of the 143 that were in MS jaws with teeth PL, 92 (64.34%) showed alterations (Figure 5).

All teeth in the sample that had been classified according to the PL CBCTPAI, with no significant difference between the scores 2, 3, 4, 5 with respect to the presence or absence of change in MS. However, all of periapical lesions (12) classified as score 5 were related to MS with altered (Figure 6 and Table 1).

The distance between the upper edge of the floor PL and the MS was measured, and the sinuses located in jaws which showed periapical lesions distance equal to zero, exhibited the largest number of alterations (Figure 7 and Table 1), with a significant difference the distance ≥ 2 mm.

Changed in 92 MS, located in jaws who had at least one tooth with PL, the thickening of the mucosa, including associations, was the most frequent abnormality, present in 50 MS (54,34%) (Table 2).

DISCUSSION

The introduction of CBCT in dentistry has enabled three-dimensional analysis of the maxillofacial complex, significantly aiding in the detection of periapical lesions and assessing their implications.^{28,35} Presents itself as a considerably more sensitive than conventional radiographs, and extremely

valuable in investigating the involvement of MS in unsuccessful cases of endodontic treatment.^{27,28}

Several reports in the literature^{2,13,36} studies show that due to pulp necrosis potent virulence factors are produced, such as collagenase and lysosomal enzymes, which promote destruction of periapical tissues, reaching the MS. According Selden³⁷ pulpal disease is likely to have an immediate effect on MS and adjacent to measure the intensity of inflammation increases, this bone between the apex and the MS can be destroyed leading from inflammation and thickening of the mucosa to cyst formation and hyalinization.

In the present study it was observed that the presence of PL, 64.34% of MS had changed. These results were lower than those of Lu *et al.*³⁸ and Shanbhag *et al.*³⁹ which reported 80% of MS with alteration in association with the presence of teeth with PL. The discrepancy between results may be due to different diagnostic criteria used. Since the current study, the MS was considered altered when the mucosa was over 3 mm thickness, while others have adopted values from 2 mm. There is no consensus in the literature for the thickness of the mucosa being considered MS changed, this value may range from 2 to 6 mm.⁴⁰ Studies using multivariate data analysis also showed discrepancy between results. Vallo *et al.*¹⁶ reported that MS located in jaws with the presence of PL, showed 3.5 times more likely to have changes than in the absence of PL, while Shanbhag *et al.*³⁹ and Brullmann *et al.*⁴¹ found even greater odds of 9.75 and 10.2, respectively.

In 1986, Ørstavik *et al.*⁴² proposed an index for identification of apical periodontitis (PAI) in periapical radiographs, which would be considered as the first sign of injury small changes in bone structure. Recently, periapical lesion was described in CBCT images as a hypodensity in continuity with the tooth apex thickness of at least twice that of the periodontal ligament space⁴³, or only as a hypodensity around dental, apex indicative of bone destruction, the lamina dura may be imperceptible or irregular appearance.⁴⁰ Estrela *et al.*³² developed an index for identifying apical periodontitis (CBCTPAI) by CBCT, which was regarded as a first signal the presence of apical periodontitis periapical radiolucency with a diameter > 0.5-1 mm and indicative of the absence of injury as image intact periapical structures.

In the present study the periapical lesions were identified according to the CBCTPAI, the diameter was measured and ranked scores. Although it was observed that the presence of PL with diameter > 8 mm, all MS showed up changed (100%), there was no significant effect of the diameter of the lesions on the MS. These results agree with those of Lu *et al.*³⁸ who found, using the PAI in CBCT images, the likelihood of changes in MS rose with increasing the size of the lesion and that although there was no significant difference for this outcome in the presence of apical periodontitis severe the probability was higher. However, Pope *et al.*⁴⁴ emphasized that caution is needed in applying the PAI in CBCT images, since the three-dimensional image appears to show a greater variation of the periodontal ligament space than the two-dimensional image, compromising the establishment of the diagnosis of periapical lesions.

One of the advantages of CBCTPAI against PAI is the use of the three anatomical planes of reference allowing the three-dimensionality of the image and therefore a more precise analysis of the size of the PL and the changes that may be present in adjacent anatomical structures. Another advantage of CBCTPAI is to allow measurements of the PL, avoiding the subjectivity of images description used in the PAI, which minimizes interference and inter observers increases the reproducibility of epidemiological studies especially with regard to the prevalence and severity of apical periodontitis. Furthermore, Pope *et al.*⁴⁴ used the CBCTPAI in a pilot study and found a concordance of 93% in the application of the index in cross-sections compared to free observation in different cuts.

A critical literature regarding CBCTPAI is the fact that it was used CBCT itself as the gold standard⁴⁴ however, a study by Paula-Silva *et al.*⁴⁵ taking as histopathologic like gold standard showed that CBCT was more accurate than periapical radiographs in the diagnosis of apical periodontitis. Low *et al.*⁴³ comparing images of periapical radiography and CBCT images used in the preoperative diagnosis of maxillary posterior teeth, found that 34% of periapical lesions detected on CBCT images were not observed in periapical radiographs.

The proximity of periapical lesions with MS has been considered as a potential influence on the sinus mucosa irritation due to chemical and

biological factors of aggression.^{2,16,46} In this study, the sinuses located in jaws, presenting teeth whose upper edge of the PL was juxtaposed to the floor (distance equals zero) exhibited the highest number of changes, thus indicating the distance the PL effect on MS. Of discordant results Rege *et al.*⁴⁰ and Lu *et al.*³⁸ which found no association between distance of PL and changes in MS. The diverging results may be explained by the different criteria used in selecting the sample and variations in image interpretation for having used a classification of distance (Oberli *et al.*¹⁸) based on periapical radiographs. Also in the study of Lu *et al.*³⁸ observers were not experienced radiologists and the number of teeth with apical periodontitis in the sample was smaller.

The topographical anatomic relationship between the maxillary posterior teeth and the MS has been evaluated in recent studies.⁴⁷⁻⁵⁰ Although the average thickness of the cortical bone of the floor of the MS, observed in the region closest to the MS roots, show low, ranging from 0 to 1.6 mm⁴⁷ the floor of the MS has been considered a barrier that rarely allows direct penetration of dental infections to its interior, thus justifying a low incidence of sinusitis associated with odontogenic infections even with the high frequency of dental infections.^{13,36}

Sinusitis of odontogenic origin represents approximately 10% to 12% of cases of maxillary sinusites. Sinusitis are identified and classified based on signs, symptoms and disease course, however, the findings of imaging tests are important in establishing the diagnosis.^{12,13,27,34} The thickening of the sinus mucosa and the accumulation of secretion that accompanies sinusitis reduce the air content of the breasts, creating a gradual radiopacity inside.^{4,7} Criteria for diagnosis of sinusitis, based on CBCT images were developed in a study of Maillet *et al.*³ and sinusitis was determined by the presence of a mass with soft tissue characterized by thickening of the mucosa greater than 2 mm.

In the present study, the mucosa thickening was the most frequent alteration in the sinuses located in jaws who had at least one tooth with PL. Although this result is consistent with similar studies using CT⁹ and CBCT^{33,38,39,41}, the thickening of the mucosa only in the sinus floor can not be

a sinusitis. However, according to White & Pharaoh ⁴ , it may progress to involve the entire MS.

The importance of anatomical knowledge of the relationship between root apex and floor of the MS, and the cortical thickness of the floor should be considered in the context of the spread of odontogenic infection. This is done through the medullary bone, then reaching the cortex of the floor and crossing it more or less quickly depending on the characteristics of the offending agent, the host resistance and physical peculiarities of this path (distance, bone porosity, thickness cortical presence of blood and lymphatic vessels). The presence of periapical lesions in the upper posterior teeth, as a potential risk factor for establishing changes in the MS, should always be considered according to the size and distance of these lesions to the sinus floor.

REFERENCES

1. Cohn SA. Clinical update - the teeth and the maxillary sinus: the mutual impact of clinical procedures, disease conditions and their treatment implications. Part 1. The differential diagnosis of tooth sinus pain – the dentist's view. *Aust Endod J* 1999;25:29-31.
2. Haumman CHJ, Chandler NP, Tong DC. Endodontic implications of the maxillary sinus: a review. *Int Endod J* 2002;35:127-141.
3. Maillet M, Bowles WR, McClanahan SL, John MT, Ashmad M. Cone-beam computed tomography evaluation of maxillary sinusitis. *J Endod* 2011;37:753-7.
4. White SC, Pharaoh MJ. *Oral Radiology: principles and interpretation*. 4ed. St Louis, Missouri: Mosby, 2000.
5. Whaites E. *Princípios de radiologia odontológica*. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2003.
6. Gosau M, Rink D, Driemel O, Draenert FG. Maxillary sinus anatomy: A cadaveric study with clinical implications. *Anat Rec* 2009; 292:352-4.
7. Shankar L, Evans K, Hawke M, Stammberger H. *An Atlas of Imaging of the Paranasal Sinuses*. 1ed. Rio de Janeiro: 1997.
8. Obayashi N, Arijji Y, Goto M, Izumi M, Naitoh M, Kurita K, Shimoizato K, Arijji E. Spread of odontogenic infection originating in the maxillary

- teeth: Computerized tomographic assessment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004;98:223-31.
9. Arijji Y, Obayashi N, Goto M, Izumi M, Naitoh M, Kurita K, Shimoizato K, Arijji E. Roots of maxillary first and second molar in horizontal relation to alveolar cortical plates and maxillary sinus: computed tomography assessment for infection spread. *Clin Oral Invest* 2006;10:35-41.
 10. Soikkonen K, Ainamo A. radiographic maxillary sinus finding in the elderly. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995; 80:487-91.
 11. Freedman A, Horowitz I. Complications after apicoectomy in maxillary premolar and molar teeth. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1999;28:192-4.
 12. Kretzschmar DP, Kretzschmar JL, Salem NC. Rhinosinusitis: a review from a dental perspective. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96:128-35.
 13. Brook I. Sinusitis of odontogenic origin. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery* 2006; 135:349-355.
 14. Garcia B, Penarrocha M, Martí E, Martínez JM, Gay-Escoda C. Periapical surgery in maxillary premolars and molars: analysis in terms of the distance between the lesion and the maxillary sinus. *J Oral Maxillofac Surg* 2008; 66:1212-1217.
 15. Rodrigues CD, Silveira MF, Alencar AHG, Silva MAGS, Mendonça EF, Estrela C. Thress-dimensional images contribute to the diagnosis of mucous retention cyst in maxillary sinus. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2013;18:e151-7.
 16. Vallo J, Taipale LS, Huuonen s, Soikkonen K, Norblad A. Prevalence of mucosal abnormalities of the maxillary sinus and their relationship to dental disease in panoramic radiography: results from the Health 2000 Health Examination Survey. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;109:e80-e87
 17. Eberhardt JA, Torabinejad M, Christiansen E. A computed tomographic study of the distances between the maxillary sinus floor and the apices of the maxillary posterior teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992;73:345-6.

18. Oberli K, Bornstein MM, von Arx T. Periapical surgery and the maxillary sinus; radiographic parameters for clinical outcome. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:848-53.
19. Ambrose J. Computerized transverse axial scanning (tomography). II. Clinical application. *Br J Radiol* 1973;46:1023-47.
20. Hounsfield GN. Computerised transverse axial scanning (tomography). I. Description of system. *Br J Radiol* 1973;46:1016-22.
21. Cavalcanti MG, Vannier MW. Measurement of the volume of oral tumors by three-dimensional spiral computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 2000;29:35-40.
22. Dudic A, Giannopoulou C, Leuzinger M, Kiliaridis S. Detection of apical root resorption after orthodontic treatment by using panoramic radiography and cone-beam computed tomography of super-high resolution. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135:434-7.
23. Al-Rawi B, Hassan B, Vandenberghe B, Jacobs R. Accuracy assessment of three-dimensional surface reconstructions of teeth from cone beam computed tomography scans. *J Oral Rehabil* 2010;1;37:352-8.
24. Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it work? *Dent Clin North Am* 2008;52:707-30.
25. Cotton TP, Geisler TD, Holden D T, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic Applications of Cone-Beam Volumetric Tomography. *Journal Endod* 2007;33(9):1121-32.
26. White SC. Cone-beam imaging in dentistry. *Health Physics* 2008;95:628-37.
27. Nair UP, Nair MK. Maxillary sinusitis of odontogenic origin: cone-beam volumetric computerized tomography-aided diagnosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;110:e53-e57.
28. Estrela C, Bueno MR, Leles CR, Azevedo B, Azevedo JR. Accuracy of cone beam computed tomography for the detection of apical periodontitis. *J Endod* 2008;34:473-279.
29. Scarfe WC, Levin MD, Gane D, Farman A. Use of cone beam computed tomography in endodontics. *International Journal of Dentistry* 2009;2009:634567.

30. Joint Position Statement of the American Association of Endodontists and the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. Use of cone-beam computed tomography in endodontics. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;111:234-7.
31. SEDENTEXCT (2012) European Commission, Radiation Protection N172: cone beam CT for dental and maxillofacial radiology. Evidence based guidelines. A report prepared by the SEDENTEXCT Project, 2011. www.sedentexct.eu/files/guidelines_final.pdf.
32. Estrela C, Bueno MR, Azevedo BC, Azevedo JR, Pécora JD, A new periapical Index Based on cone beam computed tomography. *J Endod* 2008;34:1325–31.
33. Ritter L, Lutz J, Neugebauer J, Scheer M, Dreiseidler T, Zinser MJ, Rothamel D, Mischkowski RA. Prevalence of pathologic findings in the maxillary sinus in cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;111:634-40.
34. Cymerman JJ, Cymerman DH, O'Dwyer RS. Evaluation of odontogenic maxillary sinusitis using cone-beam computed tomography: three case reports. *Journal Endod* 2011;37:1465-69.
35. Durak C, Patel S. Cone Beam Computed Tomography in Endodontics. *Braz Dent J* 2012; 23(3): 179-91.
36. Mehra P, Murad H. Maxillary sinus disease of odontogenic origin. *Otolaryngol Clin North Am* 2004; 37:347-64.
37. Selden HS. The interrelationship between the maxillary sinus and endodontics. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1974;38:623-9.
38. Lu Y, Liu Z, Zhang L, Zhou X, Zheng Q, Duan X, Zheng G, Wang H, Huang D. Associations between maxillary sinus mucosal thickening and apical periodontitis using cone-beam computed tomography scanning: a retrospective study. *J Endod* 2012;38:1069-74.
39. Shanbhag S, Karnik P, Shirke P, Shanbhag V. Association between periapical lesion and maxillary sinus mucosal thickening: a retrospective cone-beam computed tomographic study. *J Endod* 2013;39:853-57.

- 40.Rege ICC, Sousa TO, Leles CR, Mendonça EF. Occurrence of maxillary sinus abnormalities detected by cone beam CT in asymptomatic patients. BMC Oral Health 2012;12:30.
- 41.Brüllmann DD, Schmidtman I, Horstein S, Schulze. Correlations of cone beam computed tomography (CBCT) findings in the maxillary sinus with dental diagnoses: a retrospective cross-sectional study. Clin Oral Invest 2012;16:1023-29.
- 42.Ørstavik D, Kereks K, Eriksen HM. The periapical index: a scoring system for radiographic assessment of periapical periodontitis. Endod Dent Traumatol 1986;2:20-34
- 43.Low KMT, Dula K, Bürgin W, von Arx T. Comparison of periapical radiography and limited cone-beam tomography in posterior maxillary teeth referred for apical surgery. J Endod 2008;34:557–62
- 44.Pope O, Sathorn C, Prashos P. A Comparative investigation of cone-beam computed tomography and periapical radiography in the diagnosis of a healthy periapex. J Endod 2014;40:360-65.
- 45.Paula-Silva FWG, Wu MK, Leonardo MR, Silva LAB, Wesselink PR. Accuracy of periapical radiography and cone-beam computed tomography scans in diagnosing apical periodontitis using histopathological findings as a gold standard. J Endod 2009; 35:1009-12.
- 46.Mehra P, Jeong D. Maxillary sinusitis of odontogenic origin. Curr Allergy Asthma Rep 2009;9:238-43.
- 47.Kwak HH, Park HD, Yoon HR, Kang MK, Koh KS, Kim HJ. Topographic anatomy of the inferior wall of the maxillary sinus in Koreans. Int J Oral Maxillofac Surg 2004;33:382-8.
- 48.Kilic C, Kamburoglu K, Yuksel S P, Ozen T. An assessment of the relationship between the maxillary posterior teeth root tips using dental cone-beam computerized tomography. Eur J Dent 2010;4:462-7.
- 49.Yoshimine S, Nishihara K, Nozoe E, Yoshimine M, Nakamura N. Topographic analysis of maxillary premolars and molars and maxillary sinus using cone beam computed tomography. Implant Dentistry 2012; 21: 528-35.

50. Pagin O, Centurion BS, Rubira-Bullen IRF, Capellozza ALA. Maxillary sinus and posterior teeth: accessing close relationship by cone-beam computed tomographic scanning in a Brazilian Population. J Endod 2013;39:748-51.

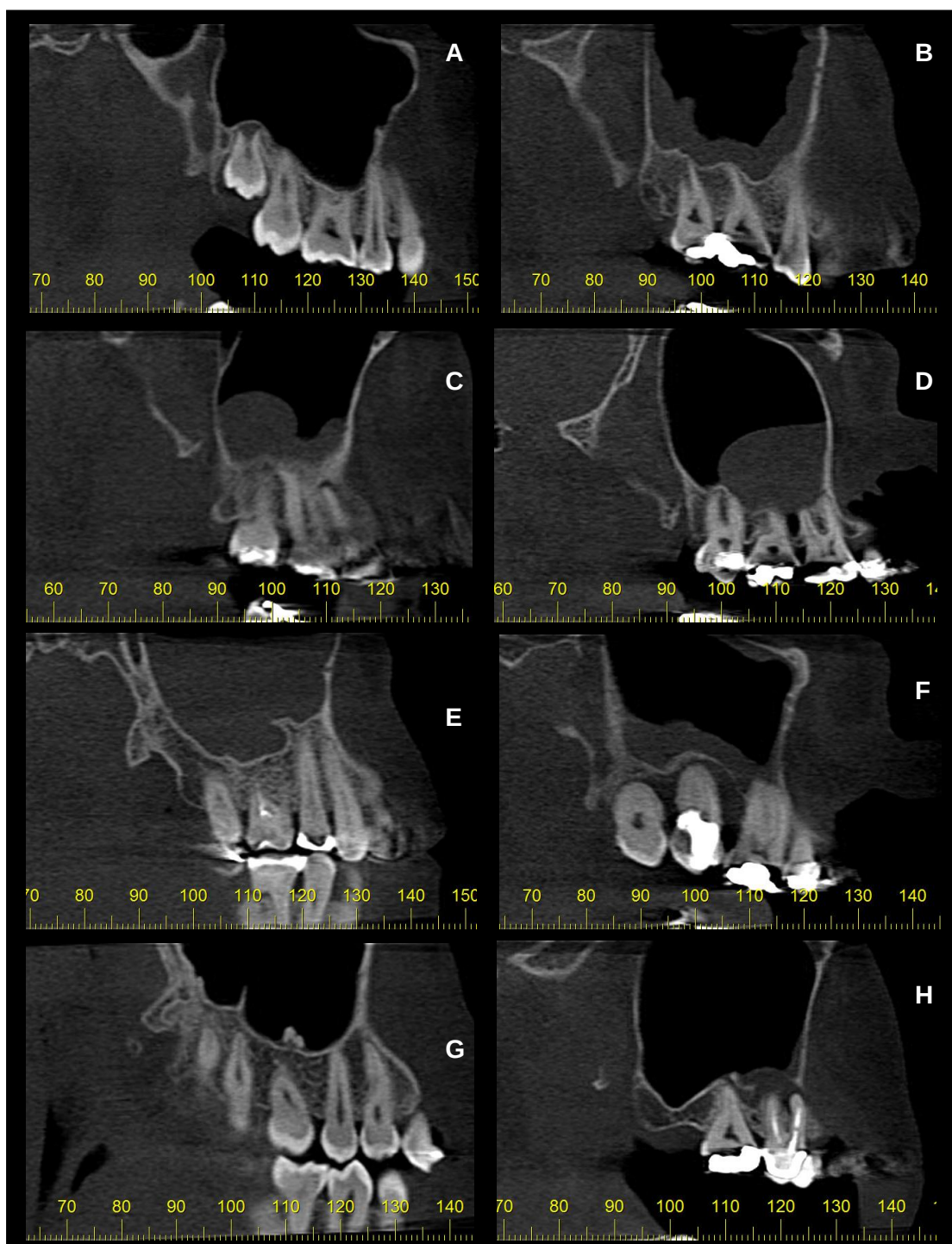


Figure 1 - Changes in MS observed in sagittal CBCT: A) 0-Absence of alteration; B) 1- Mucosa thickening; C) 2- Sinus polyp; D) 3- Antral pseudocyst; E) 4- Nonspecific opacification; F) 1/5- Mucosa thickening and Periostitis; G) 6-Antrolith; H) 1/6- Mucosa thickening and antrolith.



Figure 2 - Cross sections of CBCT: A) Pre-left maxillary molar with no PL; B) Premolar right with higher presence of PL.



Figure 3 - Cortes CBCT the upper right first molar classified as CBCTPAI 5 D / E: A) the diameter of the PL and MV P in root cross sections; B) diameter of the PL root of P in sagittal section; C) diameter of the root PL P coronal section; D) diameter of the root PL P axial section.

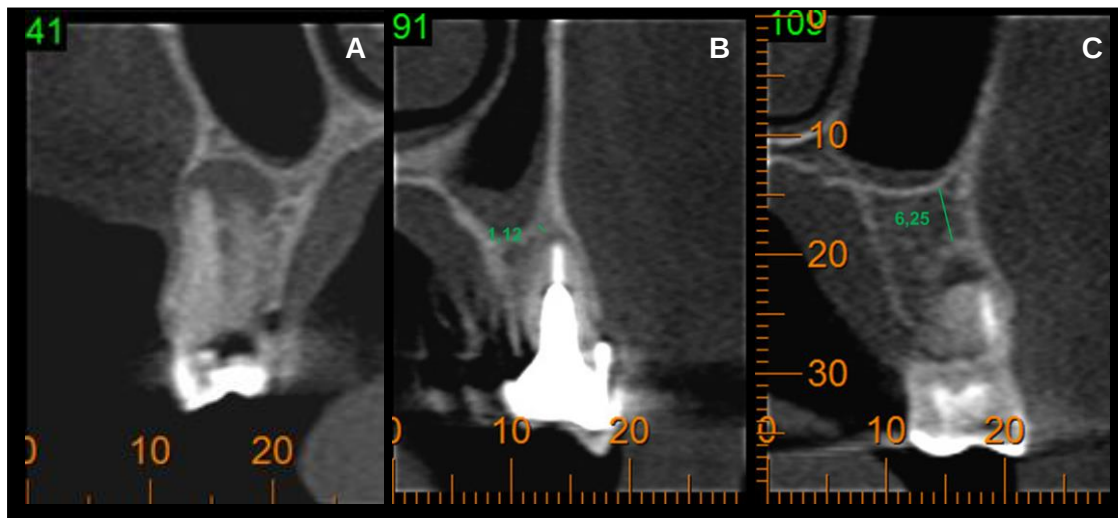


Figure 4 - Cross-sections of teeth with CBCT PL, with the distance between the top edge of the PL and MS classified as: A) = 0; B) > 0 < 2 mm; C) $\geq$ 2 mm.

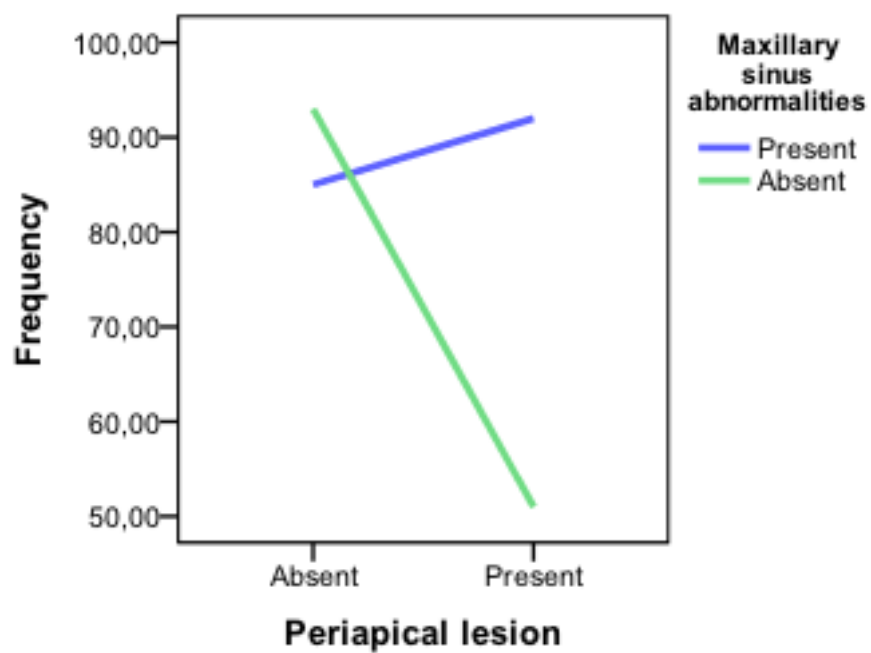


Figure 5 - Graph of the frequency of changes in MS located in jaws teeth presenting with and without PL.

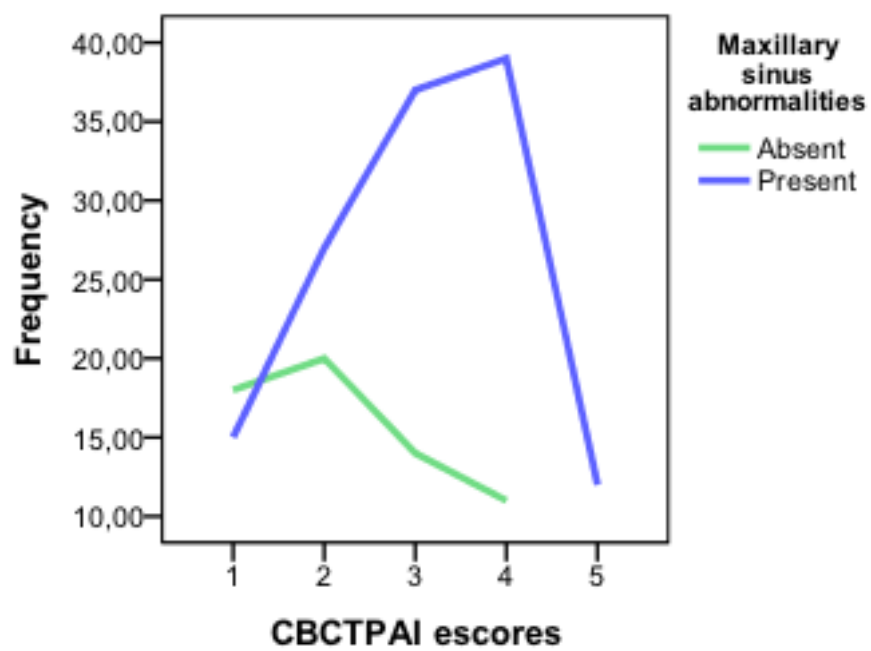


Figure 6 - Graph of the frequency change with the presence of breast located in jaws having teeth with PL classified according to CBCTPAI.

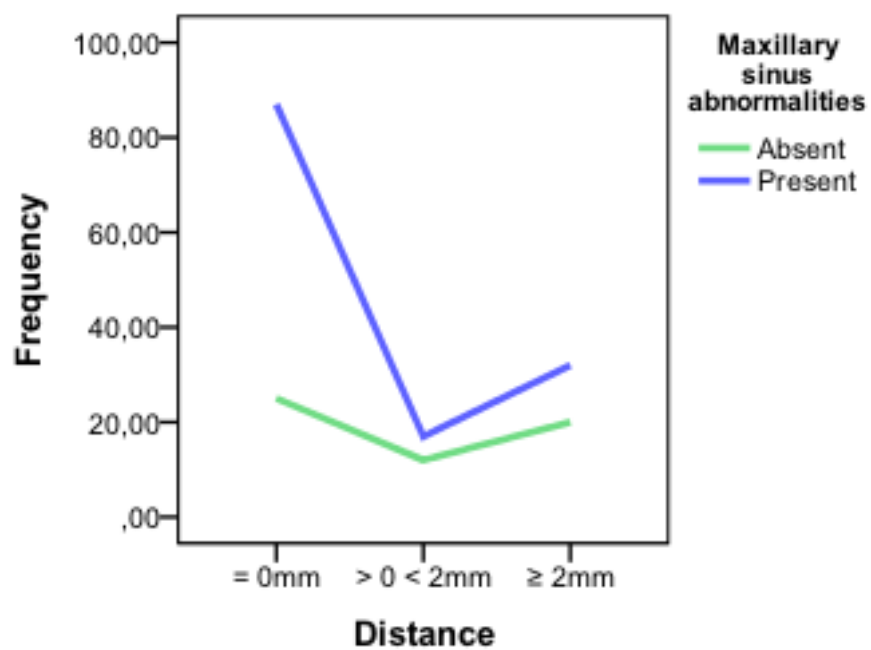


Figure 7 - Graph of the frequency of changes of MS according to the distance between the edge of the PL and floor of MS.

Table 1 - Frequency and percentage of MS abnormalities related to the absence and presence of PL, scores and CBCTPAI distance between the upper edge of the PL and the floor of the MS.

		MS abnormalities		<i>p</i> *
		Absent	Present	
PL	Absent	93 (52.25%)	85 (47.75%)	0.004
	Present	51 (35.66%)	92 (64.34%)	
Scores CBCTPAI	1 ^a	18 (9%)	15 (8%)	< 0.05
	2 ^{a,b}	20 (10.5%)	27 (14%)	
	3 ^{b,c}	14 (7.3%)	37 (19.2%)	
	4 ^{b,c}	11 (6%)	39 (20%)	
	5 ^c	0	12 (6%)	
Distance from the top edge of the PL to the floor of the MS	= 0 mm ^a	25 (13%)	87 (45%)	< 0.05
	> 0 < 2 mm ^{a,b}	12 (6%)	17 (9%)	
	≥ 2 mm ^b	20 (10%)	32 (17%)	

* Chi-square test. *p* < 0.05; different letters indicate significant difference from the absence and presence of MS abnormalities.

Table 2 - Type and frequency of changes present in the MS due to the presence of periapical lesion.

<i>MS abnormalities</i>	<i>Presence of PL</i>
<i>Thickened mucous</i>	35(38,04%)
<i>Sinus polyp</i>	23(25%)
<i>Antral pseudocyst</i>	5(5,43%)
<i>Nonspecific opacification</i>	1(1,08%)
<i>Periostitis</i>	5(5,43%)
<i>Antrolith</i>	1(1,08%)
<i>Thickened mucous and Periostitis</i>	12(13,04%)
<i>Thickened mucous and Antrolith</i>	2(2,17%)
<i>Thickened mucous, Periostitis and Antrolith</i>	1(1,08%)
<i>Sinus polyp and antral pseudocyst</i>	1(1,08%)
<i>Sinus polyp and Periostitis</i>	4(4,35%)
<i>Antral pseudocyst and Periostitis</i>	1(1,08%)
<i>Periostitis and Antrolith</i>	1(1,08%)
<i>Total</i>	92(100%)