



Yuri Nejaim

“AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA DAS ALTERAÇÕES  
MORFOLÓGICAS NA MANDÍBULA DECORRENTES  
DE PERDAS DENTÁRIAS”

Piracicaba  
2013





Universidade Estadual de Campinas  
Faculdade de Odontologia de Piracicaba

Yuri Nejaim

“AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA DAS ALTERAÇÕES  
MORFOLÓGICAS NA MANDÍBULA DECORRENTES  
DE PERDAS DENTÁRIAS”

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Ferreira Caria

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA À  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA, DA  
UNICAMP, PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM  
RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA, NA ÁREA DE RADIOLOGIA  
ODONTOLÓGICA.

Este exemplar corresponde à versão final da dissertação defendida pelo aluno Yuri Nejaim e orientado pelo Prof.Dr. Paulo Henrique Ferreira Caria.

Assinatura do Orientador

---

Piracicaba  
2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR  
JOSIDELMA F COSTA DE SOUZA – CRB8/5894 - BIBLIOTECA DA  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

N319a Nejam, Yuri , 1986-  
Aspectos biomecânicos do processo coronóide e dos  
índices mental e goníaco de pacientes edêntulos e  
dentados em radiografias panorâmicas / Yuri Nejam. --  
Piracicaba, SP : [s.n.], 2013.

Orientador: Paulo Henrique Ferreira Caria.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de  
Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Perda de dente. 2. Musculos mastigatórios. 3.  
Biomecânica. I. Caria, Paulo Henrique Ferreira, 1972- II.  
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de  
Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Informações para a Biblioteca Digital

**Título em Inglês:** Biomechanical aspects of the coronoid process and  
the chin and gonial index of edentulous and dentate on panoramic  
radiographs

**Palavras-chave em Inglês:**

Tooth loss  
Masticatory muscles  
Biomechanics

**Área de concentração:** Radiologia Odontológica

**Titulação:** Mestre em Radiologia Odontológica

**Banca examinadora:**

Paulo Henrique Ferreira Caria [Orientador]  
Fábio Ribeiro Guedes  
Francisco Haiter Neto

**Data da defesa:** 28-02-2013

**Programa de Pós-Graduação:** Radiologia Odontológica



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
Faculdade de Odontologia de Piracicaba



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de Mestrado, em sessão pública realizada em 28 de Fevereiro de 2013, considerou o candidato YURI NEJAIM aprovado.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Paulo Henrique Ferreira Caria".

Prof. Dr. PAULO HENRIQUE FERREIRA CARIA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Fabio Ribeiro Guedes".

Prof. Dr. FÁBIO RIBEIRO GUEDES

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Francisco Haiter Neto".

Prof. Dr. FRANCISCO HAITER NETO

## **Agradecimentos Institucionais**

---

À Universidade Estadual de Campinas,  
na pessoa do Prof. Dr. Fernando Ferreira Costa (Reitor).

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba,  
na pessoa do Prof. Dr. Jacks Jorge Júnior (Diretor).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES,  
pela concessão da bolsa DS (Demanda Social).

## **Agradecimentos**

---

### **À Deus,**

O meu agradecimento por tornar tudo isso possível. Obrigado por me mostrar que com humildade e perseverança nenhuma batalha é perdida e no final todo esforço é válido.

### **Ao Professor e Orientador Paulo Henrique Ferreira Caria,**

Só tenho a agradecer a confiança que me foi dada e espero ter retribuído da melhor forma possível. Muito obrigado pela orientação profissional e espero um dia poder passar meus conhecimentos, muitos deles aprendidos com você, adiante.

### **Ao Professor e Amigo Fabio Ribeiro Guedes,**

Agradeço todo incentivo dado desde a época da graduação até este momento. Tenho certeza que os seus conselhos e ensinamentos me ajudaram muito a ser o profissional que sou. Torço demais pelo seu sucesso, pois pessoas como você que lutam por uma Radiologia de qualidade são muito importantes. Meu muito obrigado e meu eterno reconhecimento.

### **Ao Professor e Amigo Francisco Haiter Neto,**

Gostaria de agradecer por todos os momentos compartilhados por sua pessoa. Conviver com um professor de tamanho gabarito e sinceridade me mostrou que nem tudo neste mundo está perdido. Vejo que é um grande ser humano e que se preocupa demais conosco, como se fossemos seus filhos. Tenha certeza que cada crítica dada foi em busca do nosso melhor rendimento e por isso o respeito demais.

**Aos Profs Frab Norberto Bóscolo, Solange Maria de Almeida, Deborah Queiroz de Freitas França e demais professores do Programa de Pós-graduação em Radiologia Odontológica**

Agradeço cada minuto de ensinamento, cada momento perdido do valioso tempo de vocês que certamente me fizeram crescer ainda mais. Ver a dedicação de vocês só me deu certeza que fiz a escolha certa.

**À secretária Luciane Sattolo, e aos técnicos e funcionários da clínica de Radiologia Odontológica da FOP, Waldeck Moreira, Fernando Andrade e Giselda Gonçalves,**

Obrigado pela dedicação e paciência. Vocês são peças fundamentais para a engrenagem da Radiologia.

**Ao Meu Pai Luiz Antonio Patrício Nejaim,**

Qualquer palavra dita aqui será pequena perto do que você representa para mim. Obrigado por acreditar em mim, me incentivar e se esforçar tanto para que tudo isso fosse possível. Um dia se eu representar 50% para o meu filho do que você representa para mim serei um pai realizado. Muito obrigado por tudo.

**A Minha Mãe Marcia Regina Oliveira Nejaim,**

Ver o seu esforço, a sua dedicação e sua batalha diária por dias melhores só me fazem lutar a cada vez mais em busca do meu sucesso. Agradeço demais todo ensinamento, educação e incentivo dado ao longo de toda minha vida. Muito obrigado.

**Aos Meus irmãos Sasha Nejaim e Raissa Nejaim,**

Saber que estão do meu lado e torcendo por mim a qualquer custo me faz um homem muito mais feliz. Obrigado pelos conselhos, alegrias e tristezas divididas nesse período.

### **Aos Meus Familiares,**

Agradeço pela confiança e torcida que depositaram em mim ao longo desses anos. Faço um agradecimento especial as minhas duas avós Tininha e Marlene, que além de fontes de inspiração se mostraram sempre ao meu lado, rezando, ligando e dando palavras de incentivo nos momentos mais propícios.

### **Aos Meus Amigos do Rio de Janeiro,**

Agradeço por cada momento especial e por entenderem que essa distância era necessária para um crescimento.

### **A Aline Birra Nolasco Fernandes,**

Tenha certeza que esse sonho só se tornou possível pelo seu incentivo e companheirismo. Meu muito obrigado por toda sua amizade e carinho.

### **Aos Meus Amigos de Piracicaba,**

Distância passa ser uma palavra secundária quando se é bem recebido e acolhido. Agradeço muito aos novos amigos que fiz em Piracicaba: Manuella Belém, Gabriella Rezende, Karla Vasconcelos, Carolina Cintra, Karla Rovaris, Sérgio Lins, Luciana Aguiar, Débora Távora, Monikelly Nascimento, Phillipe Alencar, Taruska Ventrini, Saulo Leonardo, Maria Augusta Visconti, Amanda Araujo, Anne Caroline Oenning, Ana Caroline, Bruno Gribel, Carla Klamt, Daniela Brait, Débora Moreira, Frederico Sampaio, Gina Roque, Helena Aguiar, Isabela Crusoé, Laura Sotelo, Letícia Lealdine, Liana Ferreira, Marco Frazão, Maria Beatriz Alonso, Matheus Oliveira, Paulo De Tarso, Rafaela Argento, Saione Sá, Thiago Gamba.

### **Ao Amigo Amaro Vespasiano,**

Serei sempre grato por todo ensinamento e ajuda que me passou nesses dois anos de convívio. Aprendi demais e espero um dia poder retribuir tudo que fez por mim. Te considero um irmão e torço muito pelo seu sucesso.

**Aos Amigos dos Outros Cursos de Pós-graduação da FOP,**

Cada momento vivido com vocês foi especial e guardarei para o resto da vida.

**A Minha Segunda Família em Piracicaba,**

Agradeço demais a Andrea Araújo, Camilla Borges e Felipe Paiva. Podem ter certeza que os laços de amizade criados aqui serão para sempre. Obrigado pelo carinho, amizade sincera, conselhos e risadas que vocês me proporcionaram durante toda esta trajetória.

**Aos Amigos feitos na cidade de Piracicaba (Herbalife e Wizard),**

Foram muitas risadas juntos. Pesando bem menos e sabendo um pouco mais de inglês. Guardarei cada momento que passamos juntos.

**A todos os funcionários da FOP, especialmente à Viviane e Jéssica da cantina e Vanessa e Lu da limpeza,**

Torço muito por vocês todos. Tenham certeza que ficarão guardados na minha lembrança para sempre.

**Aos professores da especialização da ABO-RJ e da graduação UFRJ,**

Como não agradecer a vocês por chegar aonde cheguei. Com certeza isso é fruto de uma base que adquiri ao longo do tempo e isso eu devo a todos vocês.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

José de Alencar

## RESUMO

O tecido ósseo sofre modificações estruturais de acordo com as tensões que agem sobre ele. Na mandíbula, único osso móvel do crânio, os músculos provocam tensões durante sua movimentação na mastigação e fonação. O envelhecimento e a perda dentária podem provocar alterações morfológicas na mandíbula, com consequências clínicas. O objetivo deste trabalho foi correlacionar a espessura da cortical mandibular na região de forame mental (FM) e ângulo goníaco (AG) e, a altura do processo coronóide (PC) com antímeros direito e esquerdo, idade, gênero, tipos faciais e cefálicos, número e local das perdas dentárias em uma amostra populacional. Para isso, foram avaliadas 240 radiografias panorâmicas de voluntários de ambos os gêneros, com idades entre 21 e 80 anos. Após as medidas faciais e cefálicas, as radiografias panorâmicas foram fotografadas e transferidas para o programa Radiocef Studio 2® no módulo Radio Imp. As mensurações foram realizadas por um único avaliador em três momentos distintos nas seguintes regiões: base mandibular até a borda superior da imagem da cortical mandibular na região do forame mental, altura dos processos coronóides e espessura da cortical na região do ponto goníaco, todos bilateralmente. As medidas foram submetidas à análise estatística Anova Two Way Analysis pelo software SigmaStat®, com nível de significância de 5%. Observou-se diferença estatística significativa em relação ao gênero, idade, tipo cefálico, número e local das perdas dentárias quando correlacionadas às mensurações avaliadas. Não houve diferença estatística quando correlacionados os diferentes tipos faciais e os lados direito e esquerdo de pacientes do mesmo gênero. Conclui-se que perdas dentárias provocam alterações na morfologia óssea mandibular. Além disso, fatores como idade, gênero e tipo cefálico também devem ser levados em consideração na análise da morfologia óssea mandibular.

**Palavras-chave:** Perda de dente, Músculos mastigatórios, Radiografia panorâmica, Biomecânica.

## **ABSTRACT**

The bone tissue undergoes structural changes according to the mechanical forces acting on it. In the mandibular bone, the lower teeth and muscles produce significant tension in the process of chewing and speech. Since the mandibular bone presents the dental arch and insertion of masticatory muscles, the aim of this study was to correlate the mandibular cortical thickness in the region of the mental foramen (MF) and gonial angle (GA) and the height of the coronoid process (CP) with right and left sides, age, gender, cephalic and facial types and number and location of tooth loss. The study population comprised 240 patients of both genders, age ranged from 21-80 years. After the facial and cephalic measures, all panoramic radiographs were photographed and imported to the program Radiocef Studio 2® in Radio Imp module, and the measurements were carried out by a single examiner in three distinct moments in the following regions: the mandibular basis up to the top edge of the mandibular cortical in the region of the mental foramen on both sides, height of both coronoid process and cortical thickness in the region of gonial point bilaterally. All measures were statistically analyzed by two-way ANOVA using the SigmaStat® software, with significance level of 5%. It was observed statistically significant differences in relation to gender, age, cephalic type, number and location of tooth loss as they were correlated to measurements assessed. There was no statistical difference by correlating different facial types and the right and left sides of the same gender patients. It was concluded that tooth loss causes changes in mandibular bone morphology. Furthermore, factors such as age, gender and cephalic type must also be taken into account in the analysis of mandibular bone morphology.

**Key words:** Tooth Loss, masticatory muscles, panoramic radiography, biomechanics.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**FM** – Espessura da cortical mandibular na região do forame mental

**AG** – Espessura da cortical mandibular na região do ângulo goníaco

**PC** – Altura do processo coronóide

**TCLE** – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

**DOL** – Dolicocéfalo

**BRA** – Braquicéfalo

**MES** – Mesocéfalo

**Grupo 1** – 21 a 30 anos de idade

**Grupo 2** – 31 a 50 anos de idade

**Grupo 3** – 51 a 70 anos de idade

**Grupo 4** – 71 a 80 anos de idade

**D1** – 0 a 15 dentes presentes

**D2** – 16 a 32 dentes presentes

**L1** – Todos os dentes presentes

**L2** – Dentes anteriores ausentes

**L3** – Dentes posteriores ausentes

**L4** – Todos os dentes ausentes

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	1
CAPÍTULO 1 Radiographic evaluation of morphological alterations of mandible resulting from tooth loss .....	5
REFERÊNCIAS.....	25
APÊNDICE (Metodologia detalhada) .....	27
ANEXOS .....	34
Anexo 1 Certificado do Comitê de Ética em Pesquisa .....	34
Anexo 2 Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	35

## 1 INTRODUÇÃO

Forças mecânicas controlam o processo biológico normal e suas alterações pela interação célula-ambiente (Discher *et al.*, 2005). Essa interação ocorre em condições dinâmicas que, devido o consumo de alimentos mais macios e a perda dos dentes, tem requerido menor esforço mastigatório provocando modificações morfológicas na mandíbula (Prado and Caria, 2007).

Do ponto de vista biomecânico, há um arranjo estrutural dos ossos para absorver as tensões musculares que agem sobre eles (Sicher and Du Brul, 1970).

A mandíbula é o único osso móvel do crânio, por essa razão todos os músculos da mastigação estão inseridos nela promovendo tensões em diferentes direções. As forças de tração são provenientes dos músculos elevadores da mandíbula, determinando a trajetória marginal, que percorre a borda posterior do ramo e a base da mandíbula; as forças de compressão no processo alveolar, são escoadas pela trajetória alveolar até à cabeça da mandíbula (Madeira, 1971; Sicher and Du Brul, 1970).

A mastigação envolve fenômenos que levam a trituração e moagem dos alimentos que os degradam em partículas menores, até serem deglutidos (Douglas, 1994).

O músculo masséter é um músculo de força, bastante eficiente na mastigação, gerando grande tensão sobre a superfície óssea (Vianna-Lara *et al.*, 2009).

Durante o movimento de mastigação, as estruturas são estimuladas de maneiras distintas conforme o lado em que o movimento é realizado, porém sempre buscando obedecer às condições de equilíbrio da mandíbula. Quando a mastigação é bilateral ocorre distribuição uniforme das forças mastigatórias e sincronia bilateral dos músculos mastigatórios (Leite *et al.*, 2010).

Considera-se mastigação ideal aquela realizada bilateralmente, alternando-se o lado de trabalho e o de balanceio o que favorece a saúde das estruturas orais. Esse padrão bilateral alternado demonstra a harmonia morfofuncional das estruturas estomatognáticas, gerando crescimento e desenvolvimento craniofacial.

Isso ocorre, pois os músculos mastigatórios provocam remodelação óssea nos seus locais de inserção gerando assim deposição ou reabsorção óssea (Marchesan, 1997).

Whaites (2003) descreveu que a radiografia panorâmica é umas das técnicas mais solicitadas pelos cirurgiões dentistas, principalmente porque é possível visualizar em uma única radiografia várias estruturas com baixa exposição à radiação.

A precisão de medidas lineares horizontais e verticais em radiografias panorâmicas foi avaliada ao comparar medidas reais de 25 mandíbulas secas com medidas radiográficas. Observou-se 95% de precisão nas distâncias horizontais na região posterior, comprovando a confiabilidade das medidas lineares feitas em radiografias panorâmicas para realização de pesquisas (Catic *et al.*, 1998).

Medidas lineares como espessura da cortical mandibular em região de forame mental e ângulo goníaco, além da altura do processo coronóide, podem ser aferidas auxiliando no diagnóstico, prevenção e compreensão de alterações fisiológicas ou patológicas, bem como a caracterização dos índices facial, cefálico, idade, gênero e presença de dentes.

Com o objetivo de desenvolver um parâmetro útil para o diagnóstico de doenças metabólicas em mulheres na menopausa, alguns autores realizaram medidas lineares em radiografias panorâmicas e compararam os resultados entre homens e mulheres, encontrando diminuição da cortical mandibular, na região do ângulo mandibular em pacientes do gênero feminino (Brass *et al.*, 1982).

Um estudo antropométrico da mandíbula em radiografias ântero-posterior e lateral de indivíduos dentados e edêntulos com faixa etária superior a 70 anos de idade, sem qualquer dimorfismo maxilo-mandibular, foi realizado para demonstrar as diferenças entre a mandíbula de dentados e edêntulos. Mandíbulas edêntulas apresentam diminuição na altura da sínfise e aumento da altura da incisura mandibular, diminuição da altura do corpo e aumento do ângulo goníaco da maneira significativa. Nenhuma diferença estatística significativa foi observada para a altura do ramo, comprimento da mandíbula, largura mínima do ramo e largura bigonial. A diminuição na altura da sínfise e do corpo mandibular é

explicada pela reabsorção do processo alveolar da mandíbula. O aumento no ângulo mandibular e a diminuição na altura da incisura mandibular podem ser explicados pelo desequilíbrio entre os músculos elevadores e depressores da mandíbula (Merrot *et al.*, 2005).

A espessura da cortical mandibular abaixo do forame mental também apresenta correlação com a densidade mineral óssea da coluna lombar e da epífise proximal do fêmur. Este índice radiomorfométrico é denominado índice mental e pode ser aferido por um paquímetro de alta precisão ou por meio de programas de computador (Devlin and Horner, 2002; Ledgerton *et al.*, 1999).

Ao analisar a espessura da cortical da base da mandíbula na região do ponto gônio em mulheres com e sem osteoporose, observou-se que em mulheres que apresentavam osteoporose a cortical óssea mandibular era mais fina (Kribbs *et al.*, 1990).

Há evidências de um aumento na espessura cortical na região de ângulo goníaco com a atividade acentuada do músculo masseter. Porém, diante de condições patológicas dentárias, doenças periodontais e o uso de próteses, observa-se, frequentemente, redução da força mastigatória e por conseguinte reabsorção óssea nesta região (Jonasson and Kiliaridis, 2004).

O amplo espectro de variações faciais pode determinar modificações morfológicas na face do indivíduo. O padrão facial tem sido considerado como o principal fator etiológico das maloclusões dentárias, pois muitas delas estão intimamente ligadas à morfologia da face, sendo esta determinada pelo padrão de crescimento facial (Sies *et al.*, 2007).

O índice facial permite classificar o biotipo facial em: face alta e estreita, leptoprósopo; baixa e larga, euriprósopo e mesoprósopo, face na qual a altura e a largura são proporcionais. Cada tipo facial é acompanhado de características específicas de padrão de oclusão dentária e muscular, que obedecem ao padrão de crescimento do crânio (Avila, 1958).

O índice cefálico também é um parâmetro antropométrico muito utilizado na determinação das variações raciais, sendo habitual seu uso para determinar diferenças sexuais, especialmente em indivíduos cuja identidade é desconhecida.

Devido à sua validade e praticidade, tem notoriedade e obrigatoriedade no inquérito do esqueleto craniofacial (McIntyre and Mossey, 2003; Shah and Jadhav, 2004.).

Sendo assim, o presente estudo teve por objetivo avaliar a espessura da cortical mandibular na região de forame mental (FM) e do ângulo goníaco (AG) bem como a altura do processo coronóide (PC), em voluntários de diferentes tipos faciais e cefálicos por meio de medidas lineares em radiografias panorâmicas.

## Capítulo 1

### RADIOGRAPHIC EVALUATION OF MORPHOLOGICAL ALTERATIONS OF MANDIBLE RESULTING FROM TOOTH LOSS

Yuri Nejaim<sup>a</sup>; Amaro IV Silva<sup>a</sup>; Saulo LS Melo<sup>a</sup>; Paulo Henrique F Caria<sup>b</sup>.

- a. Department of Oral Diagnosis, Division of Oral Radiology  
Piracicaba Dental School, State University of Campinas, Piracicaba, São Paulo, Brazil.
- b. Department of Morphology, Division of Anatomy  
Piracicaba Dental School, State University of Campinas, Piracicaba, São Paulo, Brazil.

#### Corresponding Author:

Yuri Nejaim

Department of Oral Diagnosis, Piracicaba Dental School, State University of Campinas. Avenida Limeira, 901. Zip Code: 13414-903. Piracicaba, São Paulo, Brazil. Phone: + 55 19 21065327; e-mail: [ynejaim@hotmail.com](mailto:ynejaim@hotmail.com)

## Summary

**Objectives:** To correlate the mandibular cortical thickness in the region of the mental foramen (MF), gonial angle (GA) and the height of the coronoid process (CP) against right and left sides, age, gender, cephalic and facial types, number and location of tooth loss in a population sample.

**Materials and Methods:** The study population comprised 240 patients of both genders, age ranged from 21-80 years. After facial and cephalic measures, all panoramic radiographs were photographed and imported to the Radiocef Studio 2® program in Radio Imp module, and the measurements were carried out by a single examiner in three distinct moments according to the following regions: the mandibular basis up to the top edge of the mandibular cortical in the region of the mental foramen on both sides, height of both coronoid process and cortical thickness in the region of gonial point bilaterally. All measures were analyzed by two-way ANOVA using the software SigmaStat®, with significance level of 5%.

**Results:** When comparing the regions measured in relation to gender, age, cephalic type, number and location of tooth loss, significant differences could be seen. There was no statistical difference by correlating different facial types and both sides of patients of the same gender.

**Conclusion:** Tooth loss causes changes in mandibular bone morphology. Moreover, factors including age, gender and cephalic type must also be taken into account in the analysis of mandibular bone morphology.

**Key words:** Tooth Loss, masticatory muscles, panoramic radiography, biomechanics.

## Introduction

Recent studies have attributed to the lower masticatory effort the changes in the jaw bone. The magnitude and the frequency of functional loads depend on many intrinsic and extrinsic factors, such as muscular efficiency, for example, higher in men than in women, in younger than in elderly (Graf, 1978), the hardness of the diet, as softer food and/or liquid diet versus hard food (Sako *et al.* 2002; Grünheid *et al.* 2010; Vreeke *et al.*, 2010). As a result, the functional loads cause a combination of horizontal and axial loads, which result in the movement tooth in all directions in relation to alveolar bone, interfering in the morphological pattern of trabecular bone, since they reduce the dissipation of masticatory load causing alteration in the lamellar bone (Caria and Prado, 2007).

From a biomechanical point of view, it is known that there is an architectural arrangement of the bones to facilitate the absorption and the flow of external forces that affect these structures. Therefore, the bones that comprise the stomatognathic system follow this structural pattern and, in the specific case of the jaw, the forces released at the tooth level are disposed by alveolar trajectory, which follow in the direction of the head of the mandible. The tensile forces of the muscles, which are inserted close to the mandibular angle, form the marginal trajectory that occupies both the posterior edge of the mandibular ramus and the base of the jaw (Madeira, 1971; Sicher and Du Brul, 1970).

An optimal chewing would be performed bilaterally, alternating the side of work and balancing, favoring oral structures health (Dutra *et al.*, 2010). This bilateral rotation pattern shows the harmony of morphofunctional stomatognathic structures, generating a harmonious craniofacial growth and development. This occurs because the masticatory muscles cause bone remodeling in their insertion sites, generating bone growth or reabsorption (Marchesan, 1997).

Morphological changes suffered by the jaw are influenced by dental conditions and age of the patients, and occur in a continuous way throughout life. This bone remodeling can occur in various regions of the jaw, including the gonial and antigonial region, the condyle and the ramus (Enlow *et al.*, 1976).

In cases of tooth loss, for instance, the jaw is exposed to several types of atrophic alterations, such as reduction of the size of the mandibular angle, reabsorption of the medial surface of the condyles and decrease of the size of the coronoid process (Carlsson and Persson, 1967; Edwards, 1954; Pietrokovski and Massler, 1967; Prado *et al.*, 2010; Rogers and Appebaum, 1941).

Another factor that can have great impact in the bone morphology of individuals is the wide spectrum of facial variations (facial patterns), which in many cases are considered the main etiologic factor of dental malocclusion, that can be directly linked to the facial morphology determined by the pattern of individual growth (Ribeiro De Miranda *et al.*, 2009; Sies *et al.*, 2007).

The cephalic index is also an anthropometric parameter frequently used in the determination of phenotypic variations, being commonly used to determine the sexual differences, especially in individuals whose identity is unknown. Due to its validity and practicality, there is a great reputation on the craniofacial skeleton study (McIntyre and Mossey, 2003; Shah and Jadhav, 2004.).

In a study conducted in 1998, it was evaluated the accuracy of horizontal and vertical linear measures in panoramic radiographs by comparing the results obtained with real average carried out in 25 dried jaws. It was observed 95% of accuracy in horizontal distances in the posterior region, and that the magnification factor tool of panoramic equipment was low, concluding that it would be possible to use panoramic radiographs for performing horizontal and vertical linear measurements, situated on both sides, since there were no statistically significant differences in measures performed in mandibular medium line (Sicher and Du Brul, 1970).

Therefore, the current work aims to evaluate the mandibular cortical thickness in the region of mental foramen (MF) and gonial angle (GA), and the height of the coronoid process (CP) and the insertion sites of masticatory muscles through linear measures using panoramic radiographs, correlating the sites measured (MF, GA and CP) with right and left sides, age, gender, facial and cephalic types, tooth losses and their locations in a population sample.

## Material and Methods

This study was approved by the local Ethics Committee (protocol 123/2011). It was performed a prospective epidemiological research, evaluating the panoramic radiographs of 240 patients of both genders and age ranging from 21 to 80 years, that attended at the Dental Clinic of Radiology of the Piracicaba Dental School - State University of Campinas, São Paulo, Brazil to perform radiographic exams because of different clinical indications.

Those patients under 21 years, foreigners, that used drugs continuously or users of removable or fixed dental prostheses were excluded from this study. Patients who attended the criteria of this study were invited to participate as a volunteer and were requested to sign the informed consent term.

To determine the facial and cephalic types, measurements were performed on the face and skull. To obtain the facial type, bizygomatic and fronto-nasal-mental were measured (Figure 1) using a pachymeter of 24 cm (CESCORF, Brazil). The frontal-nasal-mental measure was multiplied by 100, and the value was divided by the bizygomatic value, obtaining the facial index (Table 1).

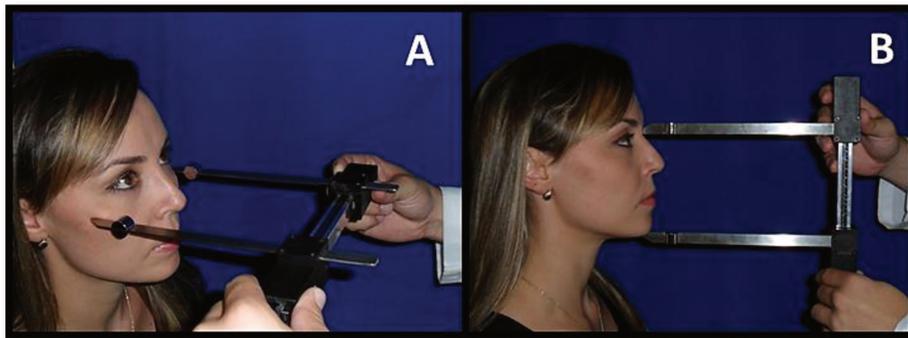


Figure 1: A – Bizygomatic measure / B – Fronto-naso-mental measure.

Table 1. Facial types and reference values (Avila, 1958).

<b>Facial types</b>	<b>Reference values</b>
<b>Hypereuriprosopic</b>	≤ 78.9
<b>Euriprosopic</b>	79 a 83.9
<b>Mesoprosopic</b>	84 a 87.9
<b>Leptoprosopic</b>	88 a 92.9
<b>Hyperleptoprosopic</b>	≥ 93.0

Regarding cephalic type, it was measured the antero-posterior and transversal diameter of the skull using a compass of 260 mm (Figure 2). The cephalic index was obtained by multiplying the transverse diameter by 100 and dividing the value by the antero-posterior diameter (Table 2).

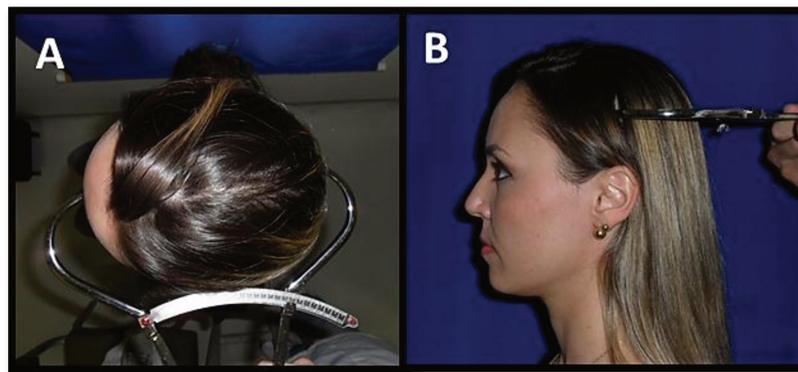


Figure 2: A – Antero-posterior measure / B – Transversal measure of skull.

Table 2. Cephalic types and reference values (Williams *et al.*, 1995).

<b>Cephalic types</b>	<b>Reference values</b>
<b>Dolicocephalic</b>	DOL - 70 < IC < 74.9
<b>Mesocephalic</b>	MES - 75 < IC < 79.9
<b>Braquicephalic</b>	BRA - 80 < IC < 84.9

The volunteers were categorized according to age, gender, cephalic type, facial type, tooth loss and their locations, as follows: Age - group 1 (21-30 years),

group 2 (31-50 years), group 3 (51-70 years), group 4 (71-80 years); Gender - male and female; Cephalic Type - dolichocephalic ( $70 < CT < 74.9$ ), mesocephalic ( $75 < CT < 79.9$ ), brachycephalic ( $80 < CT < 84.9$ ), Facial Type - hypereuriprosopic ( $\leq 78.9$ ), euriprosopic (79-83.9), mesoprosopic (84-87.9), leptoprosopic (88-92.9), hyperleptoprosopic ( $\geq 93.0$ ); Presence of teeth - D1 (0-15 teeth present), D2 (16-32 teeth present); Location of tooth loss - L1 (all teeth present), L2 (anterior teeth missing), L3 (posterior teeth missing), L4 (absence of all teeth).

To perform the panoramic radiography, it was used the equipment of Instrumentarium Orthopantomograph OP 100 ® (General Electric, Tuusula, Finland), and the exposure time was changed according to the characteristics and requirements of each patient to obtain a radiographic exam with desired quality standards. For processing the panoramic radiography, an automatic processor Macrotec MX-2 ® (Macrotec, Cotia, São Paulo) was used for approximately three minutes.

After evaluating the quality of panoramic radiographs processed, the radiographs were digitalized by a digital camera (Samsung ES68 12 Megapixel) using a stand (PF-4 ®, Nikon, Japan) with a distance of 42 cm from digital camera to panoramic radiograph. For subsequent calibration, it was used a millimeter ruler (20 mm) placed on the left side of the radiograph at the moment of acquisition of photography. Therefore, the image obtained was exported to the computer and then imported into the program Radiocef Studio 2 developed by Radio Memory ® (Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil) in the Radio Imp module for evaluation.

All panoramic radiographs were calibrated using two known points on the millimeter ruler and the measurements were performed in three different times by one examiner previously calibrated. . The real measure was provided by the software. After this calibration, the following measurements were performed on linear radiographic images: 1 – from mandibular base up to the top edge of the cortical bone in the region of the mental foramen on the right side, 2 – from mandibular base up to the top edge of the cortical bone to the mental foramen on the left side, 3 - height of the coronoid process of the right side, 4 - height of the coronoid process of the left side (to obtain the height of coronoid process, was

traced a tangent in the mandibular incisures and, from this reference line, a new line was traced to the higher point of the coronoid process), 5 – from mandibular base up to the top edge of the cortical bone in the region of the gonial point on the right side and 6 – from mandibular base up to the top edge of the cortical bone in the region of gonial point on the left side (the gonial point was determined by the bisector of the angle formed by the tangent to the posterior edge of the ascending ramus of the mandible and the lower edge of the mandible body) (Figure 3).

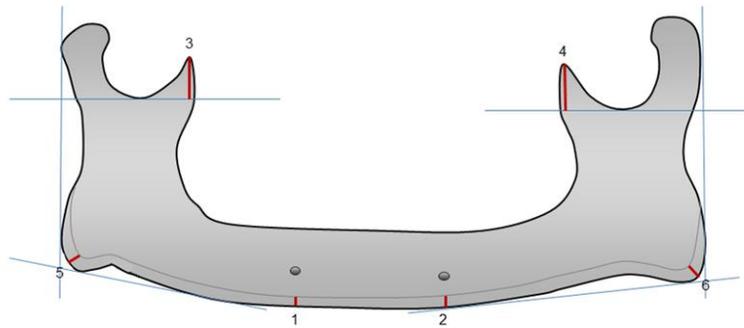


Figure 3: Schematic representation of the measurements performed.

Intra examiner concordance was calculated using kappa test, obtaining an excellent reproducibility with the examiner's best result in the measurement of GA (kappa value = 0.822) and the lowest value in the CP (kappa value = 0.808) (Table 3).

Table 3. Kappa values for intra examiner concordance. (Rosner, 1986)

	<b>Kappa values</b>	<b>Replicability</b>
<b>MF</b>	0.812	Excelent
<b>GA</b>	0.822	Excelent
<b>CP</b>	0.808	Excelent

\*MF - mandibular cortical thickness in the region of the mental foramen, GA – mandibular cortical thickness in the region of the gonial angle, and PC - height of the coronoid process.

The paired comparisons between age, gender and facial and cephalic types were analyzed by two-way ANOVA. SigmaStat software for Windows (Version 3.5, Systat Software Inc, Hilden, Germany) was used, considering a significance level of 5%.

## Results

When the measurements were analyzed according to different age groups, it was noted that in relation to the thickness in the region of the mental foramen, the highest average was found in group 2, whereas the lowest was obtained in group 4. There was a statistically significant difference when comparing groups 1 and 4, 2 and 3, and 3 and 4 in this region. Regarding the gonial angle region, the highest average was found in group 1, where only this group showed statistically significant difference in relation to others. When performed the average of the values found in the height of the coronoid process within the different age groups, it was found that the group 3 had the highest average, with statistically significant difference between the groups 1 and 3, 2 and 4, and 3 and 4 (Table 4 ).

Table 4. Analysis of measurements in relation to patient's age.

Age	MF		GA		CP	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Group 1	4.433 <sup>a b</sup>	± 0.080	1.910 <sup>a</sup>	± 0.038	9.266 <sup>cd</sup>	± 0.214
Group 2	4.525 <sup>a</sup>	± 0.058	1.724 <sup>b</sup>	± 0.027	9.697 <sup>bc</sup>	± 0.156
Group 3	4.278 <sup>b</sup>	± 0.072	1.709 <sup>b</sup>	± 0.034	10.086 <sup>ab</sup>	± 0.193
Group 4	3.601 <sup>c</sup>	± 0.204	1.734 <sup>ab</sup>	± 0.096	7.981 <sup>d</sup>	± 0.543

\* Different letters represent statistically significant difference.

Regarding mandibular measurements according to gender, there was a significant statistical difference between the groups (male and female), with higher average for males (Table 5).

Table 5. Analysis of measurements in relation to gender of the patients.

Gender	MF		GA		CP	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
<b>Male</b>	4.514 <sup>a</sup>	± 0.063	1.830 <sup>a</sup>	± 0.030	9.935 <sup>a</sup>	± 0.165
<b>Female</b>	4.333 <sup>b</sup>	± 0.049	1.704 <sup>b</sup>	± 0.023	9.407 <sup>b</sup>	± 0.128

\* Different letters represent statistically significant difference.

The radiomorphometric values comparing right and left sides in the same gender showed no statistically significant difference. However, by comparing the values between the two genders, there was statistical difference between the sides (right and left) for MF and GA, with higher average to the right side for males (Table 6).

Table 6. Analysis of measurements in relation to the sides of the patients.

Side	Gender	MF		GA		CP	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
<b>Right</b>	Male	4.517 <sup>a</sup>	± 0.089	1.846 <sup>a</sup>	± 0.042	9.922	± 0.233
	Female	4.294 <sup>b</sup>	± 0.069	1.695 <sup>b</sup>	± 0.042	9.408	± 0.181
<b>Left</b>	Male	4.511	± 0.089	1.814	± 0.042	9.949	± 0.233
	Female	4.373	± 0.069	1.713	± 0.033	9.406	± 0.181

\* Different letters represent statistically significant difference.

Considering the cephalic types, there was a significant difference in dolichocephalic (DOL) related to mesocephalic (MES) and brachycephalic (BRA), with higher average for GA and MF measures. In relation to CP, the mesocephalic showed higher values when compared to the brachycephalic and dolichocephalic, but with no significant differences (Table 7).

Table 7. Analysis of measurements in relation to cephalic types of patients.

Cephalic type	MF		GA		CP	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
<b>Braquicephalic</b>	4.340 <sup>b</sup>	± 0.063	1.728 <sup>b</sup>	± 0.031	9.301	± 0.170
<b>Mesocephalic</b>	4.488 <sup>b</sup>	± 0.101	1.700 <sup>b</sup>	± 0.049	9.826	± 0.269
<b>Dolicocephalic</b>	4.968 <sup>a</sup>	± 0.151	1.945 <sup>a</sup>	± 0.073	9.051	± 0.402

\* Different letters represent statistically significant difference.

In the different facial types, regarding MF, the leptoprosopic presented the highest average, followed by mesoprosopic, hypereuriprosopic, hyperleptoprosopic and euriprosopic, although there was no statistically significant difference among them. Considering GA, the mesoprosopic patients had the highest average, followed by euriprosopic, hypereuriprosopic, hyperleptoprosopic and leptoprosopic however, no significant difference was detected. By comparing CP according to different facial types, it could be observed that the euriprosopic patients obtained the highest values, although no statistically significant difference was found in relation to the other groups (Table 8).

Table 8. Analysis of measurements in relation to facial types of patients.

Facial type	MF		GA		CP	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
<b>Hypereuriprosopic</b>	4.572	± 0.206	1.776	± 0.101	9.347	± 0.550
<b>Euriprosopic</b>	4.439	± 0.161	1.83	± 0.078	10.083	± 0.428
<b>Mesoprosopic</b>	4.61	± 0.094	1.896	± 0.045	9.176	± 0.251
<b>Leptoprosopic</b>	4.865	± 0.144	1.701	± 0.070	8.81	± 0.384
<b>Hyperleptoprosopic</b>	4.508	± 0.069	1.752	± 0.034	9.547	± 0.186

In relation to MF and GA, group D2 showed higher values than group D1, with statistically significant difference. Regarding the CP, the mean values were higher in group D1, without statistically significant difference in relation to group D2 (Table 9).

Table 9. Analysis of measurements in relation to number of present teeth of patients.

Number of Teeth	MF		GA		CP	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
D1	4.190 <sup>b</sup>	± 0.101	1.623 <sup>b</sup>	± 0.046	10.111	± 0.264
D2	4.457 <sup>a</sup>	± 0.043	1.804 <sup>a</sup>	± 0.020	9.604	± 0.114

\* Different letters represent statistically significant difference.

Regarding tooth loss, the absence of all teeth (L4) had lower average compared to other groups. The location of dental loss showed statistically significant difference only in gonial angle region (Table 10).

Table 10. Analysis of measurements by location of the tooth loss

Location of the teeth	MF		GA		CP	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
L 1	4.419	± 0.072	1.866 <sup>a</sup>	± 0.028	9.621	± 0.177
L 2	4.099	± 0.082	1.731 <sup>a,c</sup>	± 0.085	10.030	± 0.512
L 3	4.468	± 0.061	1.712 <sup>b,c</sup>	± 0.029	9.626	± 0.164
L 4	4.312	± 0.069	1.607 <sup>b,c</sup>	± 0.043	9.453	± 0.193

\* Different letters represent statistically significant difference.

## Discussion

The interaction between the masticatory muscles and the craniofacial skeleton has been studied as a parameter for the control of craniofacial growth (Kasai *et al.*, 1994; Vianna-Lara *et al.*, 2009). Thus, the bone regions of muscle insertions in the jaw have been constantly measured in order to correlate with temporomandibular disorders, osteoporosis and malocclusions (Amorim *et al.*, 2010; Joo *et al.*, 2012; Leite *et al.*, 2010; Taguchi *et al.*, 1995a; Taguchi *et al.*, 1995b).

The present study measured the bone regions of masseter and temporal muscles insertion to verify their influence in the jaw under different morpho-functional conditions. The low correlation obtained between the three sites measured, suggests that despite these measured locations suffer synergistic

muscular tensions, these tensions propagate differently, causing different reactions in the jaw.

One factor discussed in the literature in relation to patient age is the mandibular bone architecture. Different authors have claimed that the greater the age of the patient, the thinner the mandibular edge is, due to the reduction of muscle tonus that occurs with advancing of chronological age (Niafar and Ardakani, 2004, Ghosh *et al.*, 2010; Marchesan, 1997; Taguchi *et al.* 1995a; Taguchi *et al.* 1995b). In this study, group 4 (71 to 80 years) had the lowest averages in the mental foramen and coronoid process measurements, and values close to other groups in the region of the gonial angle. Thus, it can be stated that age would be one of the factors that influenced the thickness of the cortical bone.

Regarding gender, studies affirm that males have an image of the mandibular edge higher than females, mostly due to their greater chewing force, which would contribute to an increase in tension and a higher bone remodeling in the region (Ardakani and Niafar , 2004; Joo *et al.* Jan 2012; Osato *et al.* Jan 2012, Taguchi *et al.* 1995b). This research corroborates with the current literature, considering that the values found in men measurements were higher than those observed in women in all three regions analyzed.

Another point that was evaluated in this study was the correlation between the right and left sides of the structures measured. No statistically significant difference was found between patient's sides in the same gender, but when compared the measurements of the right sides of both genders in the regions of mental and gonial foramens, it was found a statistically significant difference, not corroborating with previous study (Joo *et al.*, 2012).

The brachycephalic and mesocephalic types were the most common in the sample studied, what is in accordance to the literature (Williams *et al.* 1995). The measurements performed in this study showed significant higher values in dolichocephalic patients of the mental and gonial regions. According Sicher *et al.* (Sicher and Du Brul, 1970) the dental curvature defines the alveolar trajectory in the jaw and, in dolichocephalic individuals, there is a greater dental inclination, transferring more power to the bone. In contrast, in these patients coronoid

thickness was smaller than the other groups, probably because this region suffers an inferior action of muscle strains, generating mild bone remodeling.

In relation to facial type, the mesoprosopic, leptoprosopic and hyperleptoprosopic predominated, as reported in the literature (Avila, 1958; Sies *et al.*, 2007). When measurements were correlated to facial types, there was no statistically significant difference, presuming that the facial type would not interfere with local measurements.

Studies have reported that the number of present teeth in the oral cavity could make a difference in the jaw bone structure (Buyukkaplan *et al.* 2013; Ceylan *et al.* 1998; Soikkonen *et al.* 1995; Yanikoglu and Yilmaz, 2008). The two groups of volunteers in this study were divided according to Taguchi *et al.* ,1995b, who showed that in women with 70 years who had 15 or more teeth, presented greater width of mandibular cortice than those with fewer teeth (Taguchi *et al.* 1995b). In the present study, it was found higher scores in the mental foramen and gonial angle in patients with more than 15 teeth. These values showed that the presence of teeth enables further dissipation of chewing forces, especially in the path of alveolar force, then generating a higher cortical bone remodeling in the jaw. This corroborates with the findings previously described in the literature (Taguchi *et al.*, 1995b).

Finally, the location of dental loss was assessed to analyze whether this variable would influence the measurements performed. Statistically significant differences were found in the gonial angle region for the groups with absence of posterior teeth (L3 and L4). This result is important, considering that the posterior teeth present the highest rate of early loss (Barbato *et al.*, 2007), that associated with a poor distribution of masticatory forces, leading to an instability in the dissipation of the alveolar trajectory, would decrease alveolar bone remodeling in the gonial region, increasing the risk of bone fractures due to low thickness at the base of the mandibular region.

## Conclusion

Early dental rehabilitation becomes important since the tooth loss over a long term causes morphological changes in the jaw.

The increasing age causes loss of bone structure, increasing the risk of fractures.

The cephalic type is an important factor for orthodontic treatment because it determines different voltages dissipation of masticatory loads, which can exacerbate malocclusion, or even cause facial asymmetry.

## References

Amorim MM, Borini CB, de Castro Lopes SL, de Oliveira Tosello D, Berzin F, Caria PH (2010). Relationship between the angle of the coronoid process of the mandible and the electromyographic activity of the temporal muscle in skeletal Class I and III individuals. *Journal of oral rehabilitation* 37(8):596-603.

Ardakani FE, Niafar N (2004). Evaluation of changes in the mandibular angular cortex using panoramic images. *The journal of contemporary dental practice* 5(3):1-15.

Avila JB (1958). Pontos antropométricos. *Antropologia física Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica: Coleção do Instituto de Estudos Políticos e Sociais*:35-43.

Barbato PR, Muller Nagano HC, Zanchet FN, Boing AF, Peres MA (2007). [Tooth loss and associated socioeconomic, demographic, and dental-care factors in Brazilian adults: an analysis of the Brazilian Oral Health Survey, 2002-2003]. *Cadernos de saude publica / Ministerio da Saude, Fundacao Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saude Publica* 23(8):1803-1814.

Buyukkaplan US, Tonguc MO, Guldag MU, Yildiz M, Gumus BA (2013). Comparison of Mandibular Bone Mineral Densities in Dentate and Edentulous Patients. *Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists* 22(1):23-27.

Carlsson GE, Persson G (1967). Morphologic changes of the mandible after extraction and wearing of dentures. A longitudinal, clinical, and x-ray cephalometric study covering 5 years. *Odontologisk revy* 18(1):27-54.

Catic A, Celebic A, Valentic-Peruzovic M, Catovic A, Kuna T (1998). Dimensional measurements on the human dental panoramic radiographs. *Collegium antropologicum* 22 Suppl(139-145).

Ceylan G, Yanikoglu N, Yilmaz AB, Ceylan Y (1998). Changes in the mandibular angle in the dentulous and edentulous states. *The Journal of prosthetic dentistry* 80(6):680-684.

Discher DE, Janmey P, Wang YL (2005). Tissue cells feel and respond to the stiffness of their substrate. *Science* 310(5751):1139-1143.

Douglas CR (1994). *Tratado de fisiologia aplicado às ciências da saúde* São Paulo.

Dutra EH, Caria PH, Rafferty KL, Herring SW (2010). The buccinator during mastication: A functional and anatomical evaluation in minipigs. *Archives of oral biology* 55(9):627-638.

Edwards CF (1954). The edentulous mandible. *Journal of Prosthetic Dentistry* 4(222-231)

Enlow DH, Bianco HJ, Eklund S (1976). The remodeling of the edentulous mandible. *J Prosthet Dent* 36(6):685-693.

Ghosh S, Vengal M, Pai KM, Abhishek K (2010). Remodeling of the antegonial angle region in the human mandible: a panoramic radiographic cross-sectional study. *Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal* 15(5):e802-807.

Graf H (1978). Occlusal Forces During Function. Ann Arbor, Michigan: University of Michigan Press.

Grunheid T, Langenbach GE, Brugman P, Everts V, Zentner A (2010). The masticatory system under varying functional load. Part 2: Effect of reduced masticatory load on the degree and distribution of mineralization in the rabbit mandible. *European journal of orthodontics* 33(4):365-371.

Joo JK, Lim YJ, Kwon HB, Ahn SJ (2012). Panoramic radiographic evaluation of the mandibular morphological changes in elderly dentate and edentulous subjects. *Acta odontologica Scandinavica*.

Kasai K, Richards LC, Kanazawa E, Ozaki T, Iwasawa T (1994). Relationship between attachment of the superficial masseter muscle and craniofacial morphology in dentate and edentulous humans. *Journal of dental research* 73(6):1142-1149.

Leite AF, Figueiredo PT, Guia CM, Melo NS, de Paula AP (2010). Correlations between seven panoramic radiomorphometric indices and bone mineral density in postmenopausal women. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics* 109(3):449-456.

Madeira MC (1971). Biomecânica do esqueleto facial.

Marchesan IQ (1997). Tratado de fonoaudiologia São Paulo.

McIntyre GT, Mossey PA (2003). Size and shape measurement in contemporary cephalometrics. *European journal of orthodontics* 25(3):231-242.

Osato S, Kuroyama I, Nakajima S, Ogawa T, Misaki K (2012). Differences in 5 anatomic parameters of mandibular body morphology by gonial angle size in dentulous Japanese subjects. *Annals of anatomy = Anatomischer Anzeiger : official organ of the Anatomische Gesellschaft* 194(5):446-451.

Pietrokovski J, Massler M (1967). Alveolar ridge resorption following tooth extraction. *The Journal of prosthetic dentistry* 17(1):21-27.

Prado FB, Caria PHF (2007). Morphological comparison between brazilian's Mandibles and Populations of four different continents. *International Journal of Morphology (Online)* 25(323-327).

Prado FB, Groppo FC, Volpato MC, Caria PH (2010). Morphological changes in the position of the mandibular foramen in dentate and edentate Brazilian subjects. *Clin Anat* 23(4):394-398.

Ribeiro De Miranda AL, Vieira MM, Bommarito S, Chiari BN (2009). Electromyographic activity of masseter muscle in different facial types. *Revista Odonto* 17

Rogers WM, Appebaum E (1941). Changes in the mandible following closure of the bite with particular reference to edentulous patients. *Journal of American Dental Association* 28(1573-1588).

Rosner B. (1986) Fundamentals of biostatistics. 2o ed. Boston: Duxbury Press.

Sako N, Okamoto K, Mori T, Yamamoto T (2002). The hardness of food plays an important role in food selection behavior in rats. *Behavioural brain research* 133(2):377-382.

Shah GV, Jadhav HR (2004.). The study of cephalic index in students of Gujarat. *J Anat Soc India* 53(1):25-26.

Sicher H, Du Brul EL (1970). Oral anatomy. 5 ed.

Sies ML, de Farias SR, Vieira MM (2007). Oral breathing: relationship between facial type and dental occlusion in Adolescentes. *Rev Soc Bras Fonoaudiol* 12(3):191-198.

Soikkonen K, Wolf J, Ainamo A, Xie Q (1995). Changes in the position of the mental foramen as a result of alveolar atrophy. *Journal of oral rehabilitation* 22(11):831-833.

Taguchi A, Tanimoto K, Suei Y, Otani K, Wada T (1995a). Oral signs as indicators of possible osteoporosis in elderly women. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics* 80(5):612-616.

Taguchi A, Tanimoto K, Suei Y, Wada T (1995b). Tooth loss and mandibular osteopenia. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics* 79(1):127-132.

Vianna-Lara MS, Caria PH, Tosello Dde O, Lara F, Amorim MM (2009). Electromyographic activity of masseter and temporal muscles with different facial types. *The Angle orthodontist* 79(3):515-520.

Vreeke M, Langenbach GE, Korfage JA, Zentner A, Grunheid T (2011). The masticatory system under varying functional load. Part 1: Structural adaptation of

rabbit jaw muscles to reduced masticatory load. *European journal of orthodontics* 33(4):359-364.

Whaites E (2003). *Princípios de Radiologia Odontológica* São Paulo.

Williams PL, Warwick R, Dyson M, Bannister LH (1995). *Gray Anatomia*. Rio de Janeiro.

Yanikoglu N, Yilmaz B (2008). Radiological evaluation of changes in the gonial angle after teeth extraction and wearing of dentures: a 3-year longitudinal study. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics* 105(6):e55-60.

## REFERÊNCIAS\*

Brass C, Galgiani JN, Blaschke TF, Defelice R, O'Reilly RA, Stevens DA. Disposition of ketoconazole, an oral antifungal, in humans. *Antimicrobial agents and chemotherapy*. 1982; 21(1): 151-8.

Devlin H, Horner K. Mandibular radiomorphometric indices in the diagnosis of reduced skeletal bone mineral density. *Osteoporosis international: a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*. 2002; 13(5): 373-8.

Discher DE, Janmey P, Wang YL. Tissue cells feel and respond to the stiffness of their substrate. *Science*. 2005; 310(5751): 1139-43.

Jonasson G, Kiliaridis S. The association between the masseter muscle, the mandibular alveolar bone mass and thickness in dentate women. *Archives of oral biology*. 2004; 49(12): 1001-6.

Kribbs PJ, Chesnut CH, 3rd, Ott SM, Kilcoyne RF. Relationships between mandibular and skeletal bone in a population of normal women. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1990; 63(1): 86-9.

Ledgerton D, Horner K, Devlin H, Worthington H. Radiomorphometric indices of the mandible in a British female population. *Dento maxillo facial radiology*. 1999; 28(3): 173-81.

---

\* De acordo com as normas da UNICAMP/FOP, baseadas na norma do *International Committee of Medical Journal Editors* – Grupo de Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

Merrot O, Vacher C, Merrot S, Godlewski G, Frigard B, Goudot P. Changes in the edentate mandible in the elderly. *Surg Radiol Anat.* 2005; 27(4): 265-70.

Sies ML, de Farias SR, Vieira MM. Oral breathing: relationship between facial type and dental occlusion in Adolescentes. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2007; 12(3): 191-8.

## **APÊNDICE – METODOLOGIA DETALHADA**

A metodologia dessa pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia, da Universidade Estadual de Campinas, sob protocolo de número 123/2011 (Anexo 1).

### **1 Delineamento do estudo**

O estudo realizado foi uma pesquisa epidemiológica, do tipo prospectivo com objetivo principal de avaliar a existência ou não de correlação entre as espessuras da cortical mandibular na região de forame mental (FM), espessura da cortical mandibular na região do gônio (AG) e altura do processo coronóide (PC) em radiografias panorâmicas. Buscou-se também correlacionar estas mensurações com os lados direito e esquerdo, gênero, perdas dentárias e tipos faciais e cefálicos dos pacientes avaliados.

### **2 Plano amostral**

#### **2.1 Caracterização da amostra**

A presente pesquisa foi desenvolvida com a análise de radiografias panorâmicas de duzentos e quarenta pacientes, de ambos os gêneros, com idade entre 21 e 80 anos que possuíam indicação clínica para a realização do exame. Os voluntários da pesquisa foram divididos em grupos em relação à idade, gênero, tipo cefálico, tipo facial e presença e localização de dentes conforme abaixo descritos:

Idade:

- . Grupo 1 ( 21 – 30 anos) - 67 pacientes
- . Grupo 2 ( 31 – 50 anos) - 74 pacientes
- . Grupo 3 ( 51 – 70 anos) - 67 pacientes
- . Grupo 4 ( 71 – 80 anos) - 32 pacientes

Gênero:

- . Masculino – 84 pacientes
- . Feminino – 156 pacientes

Tipo Cefálico:

- . Dolicocefálos:  $70 < CI < 74.9$  – 58 pacientes
- . Mesocéfalos:  $75 < CI < 79.9$  – 80 pacientes
- . Braquicéfalos:  $80 < CI < 84.9$  – 102 pacientes

Tipo Facial:

- . Hipereuriprósopo:  $\leq 78,9$  – 10 pacientes
- . Euriprósopo: 79 a 83,9 – 34 pacientes
- . Mesoprósopo: 84 a 87,9 – 60 pacientes
- . Leptoprósopo: 88 a 92,9 – 64 pacientes
- . Hiperleptoprósopo:  $\geq 93,0$  – 72 pacientes

Presença de dentes:

- . D 1 ( 0 – 15 presentes) – 88 pacientes
- . D 2 ( 16 – 32 presentes) – 152 pacientes

Localização dos dentes:

- . L1 (Todos os dentes presentes) – 69 pacientes
- . L2 (Dentes anteriores ausentes) – 44 pacientes
- . L3 (Dentes posteriores ausentes) – 66 pacientes
- . L4 (Ausência de todos os dentes) – 61 pacientes

## 2.2 Critérios de exclusão

Para a exclusão dos voluntários no estudo, foram considerados os seguintes critérios:

- (a) Ter menos de 21 anos de idade;
- (b) Não ter nacionalidade Brasileira;
- (c) Fazer uso de medicamentos de uso contínuo;
- (d) Fazer uso de próteses parciais removíveis ou fixas;
- (e) Pacientes que não aceitaram participar da pesquisa.

## 3 Método

### 3.1 Seleção dos voluntários

Após os pacientes procurarem o serviço de Radiologia Odontológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (FOP- UNICAMP) na cidade de Piracicaba-São Paulo, com indicação clínica para realização do exame radiográfico panorâmico, os mesmos, que atendiam os critérios da pesquisa, foram convidados a participar da mesma, de maneira voluntária. Antes da realização da radiografia panorâmica, foi dado a cada paciente um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo 2) com toda explicação necessária sobre a pesquisa além dos seus riscos e benefícios. Após leitura e assinatura do TCLE, os pacientes foram indagados pelo pesquisador responsável em relação à idade, divididos em 4 grupos: 1 (21 a 30 anos), 2 (31 a 50 anos), 3 (51 a 70 anos) e 4 (71 a 80 anos), dentes presentes divididos em 2 grupos: G1 (0 a 15 dentes presentes) e G2 (16 a 32), profissão, realização de exercícios físicos, nível de stress onde o mesmo foi quantificado de 0 a 5 quando 0 correspondeu a ausência de estresse e 5, estresse máximo, de acordo com relato do próprio paciente e utilização contínua de medicação controlada.

Logo após esta etapa, a fim de determinar o tipo facial e o tipo cefálico dos pacientes, foram realizadas medidas na face e no crânio dos mesmos. Para a obtenção do tipo facial foram utilizadas medidas bizigomáticas e fronto-nasamento (Figura 1) com um paquímetro da marca CESCORF de 24 cm onde a

medida fronto-naso-mento foi multiplicada por cem e o valor obtido dividido pela medida bizigomática determinando-se assim o índice facial (Tabela 1).

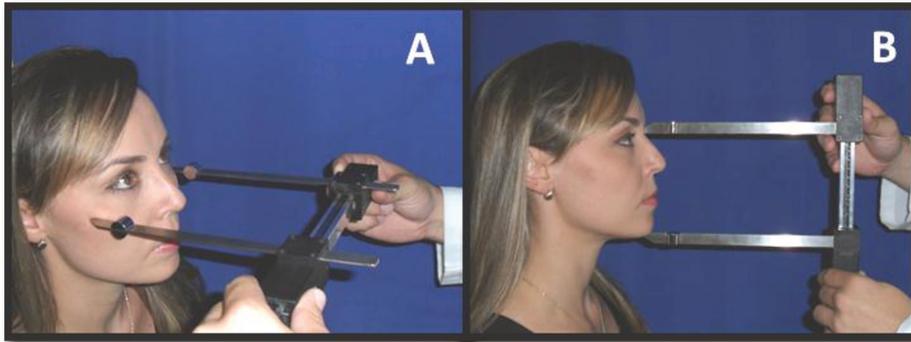


Figura 1: A – Medida bizigomática / B – Medida fronto-naso-mento

TABELA 1. Tipos Faciais e valores de referência (Avila, 1958)

TIPOS FACIAIS	VALORES DE REFERÊNCIA
<b>Hipereuriprósopo</b>	≤ 78,9
<b>Euriprósopo</b>	79 a 83,9
<b>Mesoprósopo</b>	84 a 87,9
<b>Leptoprósopo</b>	88 a 92,9
<b>Hiperleptoprósopo</b>	≥ 93,0

Para o tipo cefálico foi medido o diâmetro ântero posterior e diâmetro transversal do crânio com compasso de 260 mm (Figura 2). O mesmo foi obtido multiplicando o diâmetro transverso por 100 e dividindo o valor encontrado pelo diâmetro ântero-posterior. (Tabela 2)

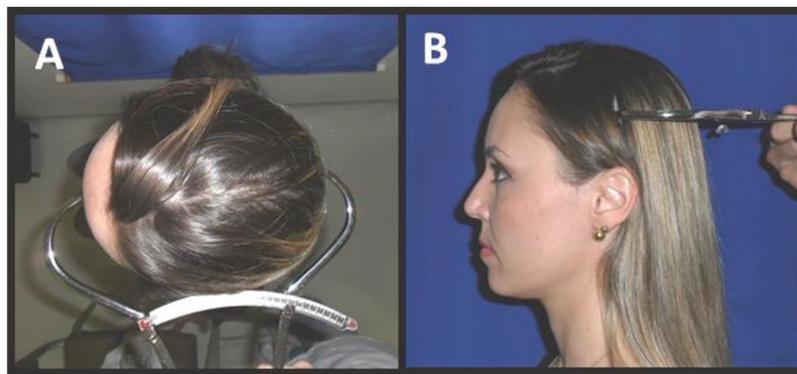


Figura 2: A – Medida ântero posterior / B – Medida transversal do crânio

TABELA 2. Tipos cefálicos e valores de referência (Williams *et al.*, 1995)

TIPOS CEFÁLICOS	VALORES DE REFERÊNCIA
<b>Dolicocéfalos</b>	DOL - 70 < IC < 74.9
<b>Mesocéfalos</b>	MES - 75 < IC < 79.9
<b>Braquicéfalos</b>	BRA - 80 < IC < 84.9

### 3.2 Aquisição das imagens

Para a realização da radiografia panorâmica, utilizou-se o aparelho Instrumentarium Orthopantomograph OP 100® (General Electric, Tuusula, Finland). O tempo de exposição foi modificado de acordo com as características e necessidades de cada paciente, a fim de se obter um exame radiográfico dentro dos padrões de qualidade desejáveis. Para o processamento dos exames foi utilizada a processadora automática Macrotec MX- 2® (Macrotec, Cotia, São Paulo) com o tempo de funcionamento estimado em aproximadamente três minutos.

### 3.3 Preparo das imagens

Após o processamento da radiografia panorâmica e avaliação da sua qualidade, a mesma foi fotografada utilizando uma máquina fotográfica digital Samsung ES68 de 12 Megapixels com o auxílio de uma estativa PF-4 ® (Nikon, Japão) com distância de 42 cm máquina-radiografia. Para posterior calibração foi utilizado no momento da realização da fotografia uma régua milimetrada (20 mm) colocada no lado esquerdo da radiografia em questão.

Após a aquisição da fotografia, a mesma foi exportada da máquina fotográfica para o computador e em seguida importada para o programa Radiocef Studio 2 desenvolvido pela empresa Radio Memory® (Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil) no módulo Radio Imp para avaliação.

### 3.4 Avaliação das imagens

As mensurações foram realizadas por um único avaliador, em três momentos distintos, devidamente calibrado para realização das mesmas. Previamente às mensurações, todas as radiografias panorâmicas foram calibradas a partir da marcação de dois pontos conhecidos sobre a régua milimetrada sendo informada ao software a medida real conhecida daquela região demarcada.

Após esta calibração, foram realizadas as seguintes medidas lineares sobre as imagens radiográficas: 1- base da mandíbula até a imagem da borda superior na região do forame mental do lado direito, 2 – base da mandíbula até a borda superior da imagem da região do forame mental do lado esquerdo, 3 - altura do processo coronóide do lado direito, 4 – altura do processo coronóide do lado esquerdo (para obtenção da altura do processo coronóide, mediu-se a partir de uma tangente à incisura mandibular até o ponto mais superior do processo coronóide), 5 - base da mandíbula até a imagem da borda superior na região do ponto gônio do lado direito e 6 – base da mandíbula até a imagem da borda superior na região do ponto gônio do lado esquerdo (o ponto gônio foi determinado por meio da bissetriz do ângulo formado pelas tangentes à borda posterior ao ramo ascendente de mandíbula e borda inferior do corpo da mandíbula) (Figura 3).

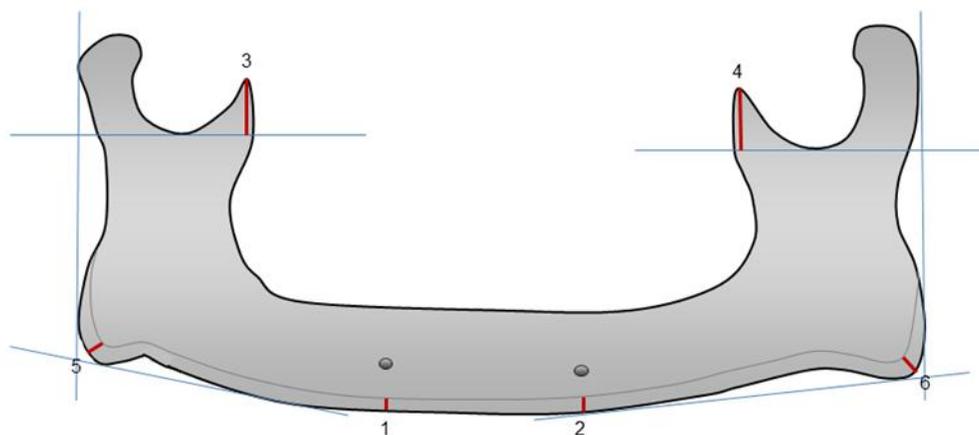


Figura 3: Representação esquemática das mensurações realizadas.

#### **4 Análise Estatística**

A concordância intra-observador foi calculada a partir do teste kappa. Para comparações pareadas entre idade, gênero e tipos faciais e cefálicos com as mensurações realizadas foi utilizado o teste estatístico Anova Two way analysis. Para a análise dos dados, utilizou-se o programa SigmaStat for Windows (Versão 3.5; Systat Software Inc, Erkrath, Alemanha), considerando-se um nível de significância de 5%.



**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**



## CERTIFICADO

O Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP certifica que o projeto de pesquisa "**Aspectos biomecânicos do processo coronóide e dos índices mental e goníaco de pacientes edêntulos e dentados em radiografias panorâmicas**", protocolo nº 123/2011, dos pesquisadores Yuri Nejaim e Paulo Henrique Ferreira Caria, satisfaz as exigências do Conselho Nacional de Saúde - Ministério da Saúde para as pesquisas em seres humanos e foi aprovado por este comitê em 08/12/2011.

The Ethics Committee in Research of the School of Dentistry of Piracicaba - State University of Campinas, certify that the project "**Biomechanical aspects of the coronoid process and the chin and gonial index of edentulous and dentate on panoramic radiographs**", register number 123/2011, of Yuri Nejaim and Paulo Henrique Ferreira Caria, comply with the recommendations of the National Health Council - Ministry of Health of Brazil for research in human subjects and therefore was approved by this committee at 12/08/2011.

*Livia M. A. Tenuta*

**Profa. Dra. Livia Maria Andaló Tenuta**  
Secretária  
CEP/FOP/UNICAMP

**Prof. Dr. Jacks Jorge Junior**  
Coordenador  
CEP/FOP/UNICAMP

Nota: O título do protocolo aparece como fornecido pelos pesquisadores, sem qualquer edição.  
Notice: The title of the project appears as provided by the authors, without editing.

## ANEXO 2 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



#### N.º Registro CEP:

**Título do Projeto:** “Aspectos biomecânicos do processo coronóide e dos índices mental e goníaco de pacientes edêntulos e dentados em radiografias panorâmicas”

#### 1) Introdução

Você está sendo convidado a participar da pesquisa sobre aspectos biomecânicos do processo coronóide e dos índices mental e goníaco de pacientes edêntulos e dentados em radiografias panorâmicas

Você foi selecionado de maneira aleatória, mas principalmente por realizar neste centro de radiologia odontológica a radiografia panorâmica para fins de diagnóstico.

É preciso entender a natureza e os riscos da sua participação e dar o seu consentimento livre e esclarecido por escrito. Esta pesquisa é de responsabilidade do cirurgião-dentista e alunos do programa de mestrado da FOP-UNICAMP, Yuri Nejaim, sob a orientação do cirurgião-dentista, professor do Departamento de anatomia, Dr. Paulo Henrique Ferreira Caria.

#### 2) Justificativa

A realização deste trabalho justifica-se pelo fato de não existir trabalhos na população brasileira que determinem os aspectos biomecânicos do processo coronóide e dos índices mental e goníaco de pacientes edêntulos e dentados em radiografias panorâmicas.

#### 3) Objetivo

O objetivo principal dos autores será avaliar os aspectos biomecânicos do processo coronóide e dos índices mental e goníaco de pacientes edêntulos e dentados em radiografias panorâmicas de homens e mulheres de diferentes idades em uma amostra da população brasileira.

#### 4) Procedimentos do Estudo

Ao concordar em participar do estudo, autoriza a obtenção de uma cópia digital da radiografia panorâmica já realizada por indicação clínica para que a mesma seja submetida ao processo de avaliação.

#### 5) Possibilidade de Inclusão em grupo controle ou placebo.

Não haverá participação de grupo controle ou grupo placebo.

#### 6) Métodos alternativos para obtenção de informação ou tratamento da condição.

Não há método alternativo para obtenção da informação desejada, porém todos os integrantes da pesquisa se encontram à disposição para qualquer questionamento, a qualquer momento.

#### 7) Descrição crítica dos desconfortos e riscos previsíveis.

O risco para os pacientes é mínimo, já que os mesmos têm indicação clínica para a realização do exame panorâmico.

#### 8) Descrição dos benefícios e vantagens diretas ao voluntário.

A participação na pesquisa não traz nenhum benefício direto à população estuda, porém o mesmo contribui para um levantamento epidemiológico da condição estudada na população brasileira.

**9) Forma de acompanhamento e assistência ao sujeito.**

Não será necessário acompanhamento do paciente, porém os pesquisadores encontram-se à disposição para eventuais questionamentos.

**10) Forma de contato com os pesquisadores e com o CEP.**

Os pesquisadores encontram-se no departamento de Radiologia da FOP-UNICAMP, Av. Limeira, 901, Caixa Postal 52, Bairro Areião, Piracicaba – SP. Telefone FOP (19)21065349. Telefone CEP (19) 21065349. E-mail: ynejaim@hotmail.com.

**11) Garantia de Esclarecimento.**

Os pesquisadores encontram-se à disposição pra qualquer esclarecimento nos telefones e endereço acima mencionados.

**12) Garantia de recusa à participação ou da saída do estudo.**

A sua participação na pesquisa é livre, podendo o se recusar a participar ou pedir, a qualquer momento, que seu exame não seja analisado nos critérios da pesquisa, sem qualquer punição ou prejuízo.

**13) Garantia de Sigilo.**

Nenhum dado referente à sua identificação será divulgado.

**14) Garantia de ressarcimento.**

Não será necessário o ressarcimento, uma vez que não haverá custos durante a realização da pesquisa.

**15) Garantia de Indenização e/ou reparação de danos.**

Não haverá indenização ou reparo de danos, uma vez que não haverá custos ou danos na pesquisa.

**16) Garantia de entrega de cópia.**

Você receberá uma cópia deste termo e a qualquer momento estamos à disposição para eventuais dúvidas.

**17) Declaração de consentimento**

Li ou alguém leu para mim as informações contidas neste documento antes de assinar este termo de consentimento. Declaro também que toda a linguagem técnica utilizada na descrição deste estudo de pesquisa foi satisfatoriamente explicada e que recebi respostas para todas as minhas dúvidas. Confirmando também que recebi uma cópia deste formulário de consentimento. Compreendo que sou livre em não participar do estudo, sem perda de benefícios ou qualquer outra penalidade.

Dou meu consentimento de livre e espontânea vontade e sem reservas para autorizar a participação como informante.

\_\_\_\_\_  
**Nome do participante (em letra de forma)**

\_\_\_\_\_  
**RG ou CPF / telefone de contato**

\_\_\_\_\_  
**Assinatura do participante**

\_\_\_\_\_  
**Yuri Nejaim**  
**Pesquisador Responsável pela pesquisa**