

CRISTIANO MANOEL

AVALIAÇÃO MORFOMÉTRICA DE CRÂNIOS HUMANOS
BRASILEIROS POR MEIO DE TRÊS DIFERENTES
METODOLOGIAS.

Dissertação apresentada à
Faculdade de Odontologia de
Piracicaba, da Universidade
Estadual de Campinas para
obtenção do Título de Mestre em
Biologia Buco Dental, área de
concentração Anatomia.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Ferreira Caria

PIRACICABA
2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

Bibliotecária: Marilene Girello – CRB-8ª. / 6159

M317a Manoel, Cristiano.
Avaliação morfométrica de crânios humanos brasileiros por meio de três diferentes metodologias. / Cristiano Manoel. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2009.

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

1. Craniometria. 2. Forame magno. 3. Processo mastóide. 4. Homem - Identificação. I. Caria, Paulo Henrique Ferreira. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

(mg/fop)

Título em Inglês: Morphometric analysis of human skull brazilian through three different methods

Palavras-chave em Inglês (Keywords): 1. Craniometric. 2. Foramen magnum. 3. Mastoid process. 4. Human identification

Área de Concentração: Anatomia

Titulação: Mestre em Biologia Buco-Dental

Banca Examinadora: Paulo Henrique Ferreira Caria, Miguel Carlos Madeira, Mathias Vitti

Data da Defesa: 06-02-2009

Programa de Pós-Graduação em Biologia Buco-Dental



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 06 de Fevereiro de 2009, considerou o candidato CRISTIANO MANOEI aprovado.



PROF. DR. PAULO HENRIQUE FERREIRA CARIA

este Dedico esse trabalho todo que ajudaram tornar
projeto uma realidade, à minha
família, em especial,



PROF. DR. MIGUEL CARLOS MADEIRA



PROF. DR. MATHIAS VITTI

minha querida mãe Maria Aparecida Rocamora
(Cidinha), que com simplicidade, acompanha
meus passos e por torcer pelo meu sucesso.

Aos meus caros queridos amigos Ana Claudia, Regina Koga, Rosana Cristina, Alessandro, Cláudio (papai), Chico, Evandro, Flávio, Hilinho, João Arthur, Júnior, Carneiro, Tuim, Mi, Cidinho, Wonder e Tuqinha eternos companheiros (as) inseparáveis em todos os momentos de minha vida com quem divido os bons e difíceis momentos e também pela jornada do dia-a-dia e pelos momentos de descontração.

Ao caro amigo companheiro Felipe Bevilacqua Prado, irmão que a vida me deu (sotaque caipira), obrigado pela sua contribuição, do início ao final do estudo, perceptível do algo visível e enunciável por trás de tantas idéias, estabelecendo comigo uma aliança amigável. Meu respeito, admiração e carinho. É com emoção que lhe agradeço por tudo.

Ao eterno caro amigo incondicional Profº. Madeira, grande mestre incentivador, concretude de ato educativo permanente, cuja trajetória de vida marca a ética de meus passos, companheiro, principalmente pela simplicidade com que analisa e compreende a vida. Também conselheiro, que desde o começo deste mestrado acompanhou de perto e guiou meus inseguros passos neste árduo processo de transformação. Obrigado por me ajudar a realizar um sonho.

Ao meu grande amigo e companheiro Lula,
incentivador, companheiro, pelo seu amor,
compreensão em todas as etapas deste trabalho,
estamos juntos.

Aos meus caros colegas de mestrado Daniela
(Mineirinha), Fabiana, Felipe, Marcelo, Patrícia,
Juliana, Maria Fernanda (Mafe), Maria Júlia,
Michelle, Cláudia, Cyntia, Mirian, Maise, César e
mestre Julio (legal) dos grupos de estudo das
disciplinas do programa de pós-graduação em biologia
bucal-dental, fizeram-me entender o significado da
expressão "lembranças para sempre". Pelos momentos
de convívio, risos, trocas e afetos durante os jantares.
Com muita saudade, obrigado.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Quero expressar meu sincero agradecimento as seguintes personagens da instituição, que contribuiu para a realização deste trabalho.

Sou especialmente grato ao caro professor Dr. Paulo Henrique Ferreira Caria um amigo, educador, conhecedor da área de Morfologia, que abriu meu olhar para uma atuação compromissada, que se portou como só o fazem os mestres. Acreditando no meu trabalho, deu-me a liberdade necessária dividindo comigo as expectativas, conduziu-me a maiores reflexões e desta forma enriqueceu-o. Também pela disseminação na difusão do conhecimento científico e da cultura, assim contribuindo na formação integral do homem, com valores éticos. Minha especial admiração eterna.

Estendo meus agradecimentos ao professor Dr. Fausto Bérzin, pela participação e oportunidade, agradeço a paciência e incentivo. Minha dedicação e gratidão pela convivência cordial e amiga.

Aos professores do Depto. de Morfologia e a todos os Professores da FOP/UNICAMP, sempre atenciosos, agradeço pela valiosa ajuda. Exemplos de dedicação, humildade e respeito sempre disponível para ensinar e orientar.

AGRADECIMENTOS

- À Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, pela oportunidade da conquista.
- Ao Diretor Dr. José Francisco Heiter, pela confiança na realização deste trabalho de
- Ao Prof. Dr. Francisco Carlos Groppo, do Departamento de Farmacologia/Dentística Unicamp – fop, pela realização e orientação na análise estatística.
- Ao Corpo Docente do Departamento de Morfologia
- Ao caro técnico de laboratório João Batista Leite do Departamento de Morfologia
- As secretárias, Joelma e Suzete, em especial, pela receptividade, simpatia, carinho e paciência, atenção e pelas dicas quando a gente mais precisa.
- A todos os funcionários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, sem exceção, citá-los nominalmente seria um desatino, pois correria o risco de esquecer alguém.
- As Bibliotecárias da FOP/UNICAMP pela ajuda não só nas correções das referências bibliográficas.
- A todos que direta ou indiretamente contribuíram com este trabalho de dissertação.

Agradeço a Deus que hoje, mais do que nunca, compreendo como a existência de uma força maior... Foi essa força que me ajudou a seguir este caminho que concluiu mais uma etapa. Sei também que será essa mesma força que me fará seguir sempre em frente, de acordo com sua vontade e não a minha! Por ter me iluminado em minhas viagens e mais uma jornada e, finalmente, a todos que, de uma forma ou de outra, me ajudaram a chegar até aqui. Muito obrigada. Faça e tudo se fará!

Resumo

Métodos Craniométricos, tem sido regularmente aplicado na determinação do gênero em diversas regiões mundiais. Avaliar morfométricamente o índice de confiabilidade de três metodologias distintas para determinação do gênero na população brasileira. Foram avaliados 215 crânios humanos brasileiros com gênero, idade e etnia identificados, pertencentes à Universidade Federal de São Paulo. Foram utilizadas as metodologias, do crânio, área do triângulo mastóideo e do forame magno, de acordo com os critérios, estabelecidos por Yscan & Steyn (1999), Kemkes & Göbel (2006) e Günay & Altinkök (2000). Os valores obtidos foram submetidos à análise estatística, cálculo do coeficiente de correlação Intra-classe, test t student, com nível de significância de 5%, regressão logística múltipla, odds Ratio, Mann-Whitney e ANOVA multivariada. A análise por meio do método craniométrico revelou que o gênero influenciou ($p < 0,05$) em todas as mensurações. Não houve diferença significativa da posição do processo mastóide entre os grupos étnicos e os gêneros ($p > 0,05$), porém houve prevalência do gênero masculino sobre o feminino nas mensurações Po-Ms e As – Po ($p < 0,05$). A análise estatística (ANOVA e Tukey test) revelou que o gênero influenciou na largura do forame magno, sendo os masculinos ($30,3 \pm 0,20$) maiores que os femininos ($29,4 \pm 0,23$), mas não o comprimento ($p < 0,05$). As três diferentes metodologias empregadas apresentaram diferenças morfométricas entre os gêneros para as características craniofaciais do brasileiro. Portanto, em conjunto com outras técnicas antropológicas pode contribuir para a determinação do gênero de indivíduos desconhecidos.

Palavras Chave: Crânio. Craniometria. Forame Magno. Processo Mastóide.

Identificação Humana.

Abstract

Craniometry methods, has been regularly applied, for providing assistance in the gender determination in various regions in the worldwide. To evaluate morphometrically the reliability of three different methodologies for gender determination in Brazilian population. Were evaluated 215 Brazilians human skulls with gender, age and ethnicity previously identified, belong to the Federal University of São Paulo. The following methodology, the skull craniometry, triangle mastoid area and foramen magnum, according to the criteria established by Yscan & Steyn (1999), Göbel & Kemkes (2006) and Günay & Altinkök (2000). The datas were submitted to statistical analysis, Intra-class correlation coefficient, student t test, with level significance 5%, multiple logistic regression, odds Ratio, Mann-Whitney and multivariate ANOVA. The analysis by the craniometric method showed that gender influenced ($p < 0.05$) in all measurements, more in men than women. There was no significant difference in the mastoid process position between the ethnic groups and genders ($p > 0.05$), but there was prevalence of male over female in the measurements and the Po- M_s - Po ($p < 0.05$). ANOVA and Tukey test showed that gender influenced the width of the foramen magnum, and the male (30.3 ± 0.20) higher than the female (29.4 ± 0.23) but not the length ($p < 0.05$). The three different methods show morphometric difference between sexes for the craniofacial characteristics of the Brazilian. Therefore, together with other anthropological techniques can help to determine the gender of unknown individuals and be used in association with medical expertise and odontologists.

Key-words: Skull. Craniometric. Foramen magnum. Mastoid Process. Human identification.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	01
2 CAPÍTULO 1 - “Determinação do Gênero por meio do Método Morfométrico Linear em Crânios Adultos Brasileiros.”	07
3 CAPÍTULO 2 - “Características Morfológicas do Triângulo Mastóide de Crânios Humanos Brasileiros: Sua Relação com o Gênero.”	39
4 CAPÍTULO 3 - “Avaliação Morfométrica Linear do Forame Magno em Crânios Humanos Brasileiros: Sua Relação com o Gênero.”	73
5 CONCLUSÕES GERAIS	101
6 REFERÊNCIAS GERAIS	103
7 ANEXOS	107
Anexo 7.1 – Carta de Submissão do Artigo à Publicação	107
Anexo 7.2 – Versão em Inglês do Artigo Submetido para Avaliação	109
Anexo 7.3 – Certificado do Comitê de Ética em Pesquisa (Protocolo – 071/2007)	125
Anexo 7.4 – Declaração	127

1 INTRODUÇÃO GERAL

A morfologia do forame magno humano.

As diferenças morfológicas entre crânios de diferentes gêneros são determinadas principalmente por fatores genéticos, bem mais do que nutricionais, hormonais ou musculares Günay & Altinkök (2000). Assim, a determinação do gênero em crânios humanos é baseada em diferenças morfológicas, principalmente no tamanho e robustez de certas estruturas Rösing et al. (2007), que podem ser características de cada população e influenciadas por fatores genéticos, ambientais e socioeconômicos Saunders & Yang (1999).

Muitas estruturas esqueléticas craniofaciais são danificadas após acidentes aéreos, desastres em massa, fogo, explosões ou mesmo traumatismos resultantes de violência, o que torna difícil a determinação do gênero e a consequente identificação. Assim, a base do crânio, mais propriamente a base do osso occipital, protegida por grande quantidade de tecidos moles e pela própria posição ortostática, é útil nesses casos Wahl & Graw (2001).

Para Adams et al. (2004) asseveram que as técnicas morfométricas geométricas empregadas na literatura científica têm demonstrado um forte interesse em verificar as variações por meio de avaliação do crânio humano entre diferentes populações. Os variados fatores capazes de provocar alterações morfológicas no esqueleto humano têm despertado interesses no meio científico. O emprego de métodos precisos que identifiquem as diferenças entre os gêneros humanos para posteriormente compreender suas modificações são os atuais desafios enfrentados pelos pesquisadores.

Muthukumar et al. (2005) utilizaram mensurações morfométricas lineares do forame magno como critério para a determinação do gênero, sendo este maior em homens ($909.91 \pm 126.02 \text{ mm}^2$) que nas mulheres ($819.01 \pm 117.24 \text{ mm}^2$).

As mensurações dos ossos do esqueleto, principalmente do neurocrânio e viscerocrânio, sofrem influências de vários fatores. Entretanto são freqüentemente utilizadas para estudos morfológicos de populações humanas e para estimarem a idade, estatura, etnia, aspectos esses importantes para a investigação de casos médico-legais e exames antropológicos de indivíduos desconhecidos Harvati & Weaver (2006).

Gapert et al. (2008), também avaliaram morfometricamente o forame magno do crânio de adultos ingleses do século dezanove, demonstrando diferenças significativas entre homens e mulheres, com classificação correta de 70 % dos crânios do gênero masculino e 69.7% do feminino pela função discriminante e 76% dos crânios masculinos e 70% dos femininos pela regressão linear. Esse estudo confirmou a importância dessa região para a identificação do gênero.

Gapert et al. (2008) afirmaram que a base do crânio é revestida por uma volumosa massa tecidual que preserva a área do forame magno, principalmente na posição ortostática. O forame magno tem sido estudado morfometricamente para auxiliar na determinação do gênero quando há o comprometimento de outras partes do esqueleto causado por traumas, incêndios, explosões ou severas destruições. É um estudo útil, uma vez que o dimorfismo do gênero está quase sempre presente.

A morfologia do triângulo mastóide humano.

Para Avci et al. (2003), o método métrico da área do triângulo mastóide apresenta dificuldade na localização do ponto astério, cuja variação de posição é de mais de 85%, por essa razão, o referido autor julga o método altamente questionável quando aplicado em pequenas amostras experimentais. Por esse motivo procuramos obter os dados de uma amostra significativa, sem valores semelhantes realizados em pesquisas anteriores.

Pesquisas que utilizaram estruturas anatômicas para a determinação do gênero consideram que o ideal é utilizar dados mensuráveis de uma única população, independente da idade, pois o padrão do dimorfismo sexual diverge entre populações devido à diferenças hormonal e influência ambiental Walker (2005).

A área do triângulo mastóide (pório, astério e processo mastóide) foi utilizada por ser de eficácia satisfatória para esse propósito Kemkes & Gobel (2006).

Algumas estruturas do esqueleto servem como referência para métodos métricos e não métricos utilizados para definição do gênero humano em exames antropológicos e em casos de investigação médico-legal. Para tais procedimentos dá-se preferência às estruturas cranianas devido à variedade de estruturas que podem ser avaliadas e que apresentam conhecidas características com correlações sexuais e cronológicas Franklin & Cardini (2007).

A morfologia do crânio humano.

Os estudos craniométricos têm como prioridade distinguir a origem da etnia de indivíduos desconhecidos, essencialmente por meio de norma padronizada com base em trabalhos, em evidências, em relatos, em artigos e em dados norte-americanos Iscan & Cotton (1990).

Em estudo craniométrico com 403 crânios de indivíduos Rapa Nui europeus, fundamenta que as diferenças entre as amostras podem ser determinadas pelas mudanças temporais na morfologia do crânio sob análise multivariada Konigsberg (1990).

De acordo com Konigsberg & Hens (1998) verificaram, por meio de uma escala ordinal, cinco mensurações antropométricas em 138 crânios, para identificação e determinação do gênero, e chegaram a um diagnóstico correto de 83% para homens e 81% para mulheres pelo método estatístico multivariado.

Iscan & Steyn (1999) usaram a análise discriminante, por meio de mensurações mandibulares e cranianas, para determinar grupos étnicos. Após o exame de 98 crânios, foi encontrada uma concordância precisa de 95,5% para os gêneros masculinos negros e 83,0% para os brancos. Para as mulheres houve acerto de 97,7% entre as negras e 76,0% entre as brancas.

Segundo Durić et al. (2005) por meio de mensurações antropométricas, avaliaram 180 crânios (nove mensurações), determinaram o gênero dos esqueletos da população dos Bálcãs, previamente identificados. Ficou demonstrado que as mensurações de crânios apresentam confiabilidade (92% homem e 90% mulher).

Williams & Tracy (2006) avaliaram, por meio da craniometria, 21 características morfológicas em 50 crânios de indivíduos europeus, para a determinação do gênero. Alcançaram 92% de acerto, ao determinar que o tamanho da extensão do arco zigomático, são predominantes no homem, quando comparados com a mulher.

A craniometria pode prestar-se à medicina e à odontologia legal, como ferramenta ou recurso de grande valia para identificação e estimativa da idade em cadáveres. Para a determinação de características individuais referentes ao gênero, idade, raça e estatura são utilizadas alguns critérios, por meio de mensurações, tendo como referência pontos craniométricos. O crânio é peça fundamental na identificação humana e as formações anômicas podem variar na espessura, largura, comprimento e diâmetro, devido às diferenças genéticas e faixas etárias, em ambos os gêneros Cruz & Madeira (2006).

Estudos recentes relatam que a morfometria é um método rápido e eficiente para a avaliação de características morfológicas, tais como aspectos relativos a grupo étnico, gênero, idade, fatores genéticos, hábitos alimentares, variações temporais e regionais, que podem modificar a forma e o tamanho das estruturas ósseas são aspectos de significativa importância na determinação de alterações antropométricas entre diferentes populações humanas e entre os gêneros Lieberman et al. (2004); Prado & Caria (2007).

A variabilidade morfológica do crânio por muitas vezes depende de alguns fatores, como o estado nutricional, ocupação, etnia e o convívio em certas regiões geográficas do mundo, devido ao método craniométrico ser de fácil execução, mas de difícil interpretação para concluir sua análise. Isto se faz, para oferecer suporte de prova em questionar a

confiabilidade na determinação do gênero de um indivíduo em certos casos, possivelmente pela indisponibilidade de informação sobre o caso Kranioti et al. (2008).

Estabelecer uma metodologia ou uma associação, de metodologias, que ofereça confiabilidade para a determinação do gênero, que melhor se adapte à população brasileira, pois os métodos antropométricos existente não se aplicam à nossa população a qual apresenta grande miscigenação racial.

2. CAPÍTULO 1

Título:

“DETERMINAÇÃO DO GÊNERO POR MEIO DO MÉTODO MORFOMÉTRICO LINEAR EM CRÂNIOS ADULTOS BRASILEIROS”

Title:

“SEX DETERMINATION MORPHOMETRIC ANALYSIS IN BRAZILIAN HUMAN ADULT SKULLS”.

Autores:

Cristiano Manoel (Mestrando do Programa de Pós-graduação em Biologia Buco-Dental, área de concentração Anatomia da FOP/UNICAMP).

Felippe Bevilacqua Prado (Mestrando do Programa de Pós-graduação em Biologia Buco-Dental, área de concentração Anatomia da FOP/UNICAMP).

Prof. Dr. Paulo Henrique Ferreira Caria (Professor do Departamento de Morfologia da FOP/UNICAMP)

Prof. Dr. Francisco Carlos Groppo (Professor do Departamento de Farmacologia e Anestesiologia da FOP/UNICAMP)

DETERMINAÇÃO DO GÊNERO POR MEIO DO MÉTODO MORFOMÉTRICO
LINEAR EM CRÂNIOS ADULTOS BRASILEIROS

SEX DETERMINATION MORPHOMETRIC ANALYSIS IN BRAZILIAN HUMAN
ADULT SKULLS

Cristiano Manoel ^a, Paulo Henrique Ferreira Caria^a Felipe Bevilacqua Prado^a, Francisco
Carlos Groppo^b,.

^a Department of Morphology, Piracicaba Dental School, State University of Campinas,
Piracicaba, Brazil.

^b Department of Pharmacology, Anesthesiology and Therapy Piracicaba Dental School,
State University of Campinas, Piracicaba, Brazil.

Piracicaba Dental School – State University of Campinas – FOP/UNICAMP.

Department of Morphology – Anatomy Area.

Av. Limeira, 901.: Caixa Postal 52.: Piracicaba – SP – CEP 13414-903.

Telephone: (55) 19- 2106 5332.: Fax (55) 19 - 21065218.

cristiano_300@hotmail.com

Resumo

INTRODUÇÃO: A determinação do gênero em esqueletos humanos pelo método morfométrico pode prestar auxílio na determinação de um indivíduo, principalmente, no que diz respeito aos ossos do crânio, já o que são os mais utilizados para esse tipo de avaliação, devido à grande variabilidade das estruturas anatômicas. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia de treze (13) medidas craniométricas utilizadas para a determinação do gênero por meio do método morfométrico em crânios humanos da população brasileira.

MATERIAL E MÉTODOS: Foram avaliados morfométricamente (13) medidas em 215 crânios (139 masculinos e 76 femininos), cuja etnia, gênero e idade eram conhecidos previamente. Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva, cálculo do coeficiente de correlação Intra-classe (ICC), test t student, com nível de significância de 5%, para maior fidedignidade das mensurações, odds Ratio (OR), Mann-Whitney, ANOVA multivariada e teste de Tukey Bioestat 5.0. **RESULTADOS:** Houve uma predominância significativa (Qui-Quadrado, $p < 0,05$) de crânios masculinos (64,7%) em relação aos femininos. Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos étnicos, dentro de cada gênero ($p > 0,05$). A análise revelou que o gênero influenciou em todas as mensurações, sendo as medidas dos masculinos, maiores do que os femininos ($p < 0,05$). Nenhuma das mensurações foi influenciada pelo grupo étnico ($p > 0,05$). Houve diferenças significativas entre os gêneros, as mensurações masculinas foram maiores que as femininas ($p < 0,05$). Nos crânios de brancos foram verificados maiores valores do que nos crânios de negros ($p < 0,05$). **CONCLUSÃO:** A investigação da característica biológica craniofacial do

brasileiro não apresenta um padrão morfométrico uniforme com exceção de algumas mensurações craniométricas, é necessário realizar uma investigação mais detalhada sobre os componentes relacionados com a forma e o tamanho entre os gêneros, devido à miscigenação racial. Houve diferenças entre os gêneros através da análise morfométrica com as 13 medidas realizadas pelo método morfométrico craniométrico aplicado, sendo diferentes no tamanho entre o masculino e feminino, em todas as dimensões entre os gêneros e etnias avaliadas. Existe variação morfométrica do crânio interpopulacional, ocorrendo sério prejuízo na precisão para determinar o gênero, em comparação com outros grupos populacionais.

Palavras-chaves: Antropologia Forense - Craniometria – Morfologia - Grupos Étnicos – Identificação Humana, Crânio.

Introdução

A variabilidade morfológica do crânio depende de alguns fatores, como o estado nutricional, ocupação, etnia e geográficas, isto se faz, questionar a confiabilidade na determinação do gênero de um indivíduo em certos casos, possivelmente pela indisponibilidade de informação sobre o caso Kranioti et al. (2008).

Novotny et al. (1993); Loth & Henneberg (1996) afirmam que para compreender e interpretar a parte isolada dos ossos do esqueleto é essencial para determinar os gêneros e suas diferenças. Para Konigsberg & Hens (1998), a determinação precisa do gênero é de suma valia para análise da variação morfológica, há uma forte probabilidade prévia que incide com a biodiversidade cultural focalizado na diferenças do gênero.

Estudos relatam que a morfometria é um método rápido e eficiente para a avaliação de características morfológicas, tais como aspectos relativos a grupo étnico, gênero, idade, fatores genéticos, hábitos alimentares, variações temporais e regionais, que podem modificar a forma e o tamanho das estruturas ósseas que são aspectos de significante importância na determinação de alterações antropométricas entre diferentes populações humanas e entre os gêneros Humphrey et al. (1999); Lieberman. et al. (2004); Prado & Caria (2007).

Os estudos craniométricos têm como prioridade distinguir a origem da etnia de indivíduos desconhecidos, essencialmente por meio de norma padronizada com base em trabalhos, em evidências, em relatos, em artigos e em dados norte-americanos (Ayers & Jants, 1990; Gill & Rhine, 1990; Iscan & Cotton, 1990).

A craniometria pode prestar-se à medicina e à odontologia legal, como ferramenta ou recurso de grande valia para identificação e estimativa da idade em cadáveres. Para a determinação de características individuais referentes ao gênero, idade, raça e estatura são utilizados alguns critérios, por meio de mensurações, tendo como referência pontos craniométricos. O crânio é peça fundamental na identificação humana e as formações anatômicas podem variar na espessura, largura, comprimento e diâmetro, devido às diferenças genéticas e faixas etárias, em ambos os gêneros Cruz & Madeira (2006).

Iscan & Steyn (1999) usaram a análise discriminante, por meio de mensurações mandibulares e cranianas, para determinar grupos étnicos. Após o exame de 98 crânios, foi encontrada uma concordância precisa de 95,5% para os gêneros masculinos negros e 83,0% para os brancos. Para as mulheres houve acerto de 97,7% entre as negras e 76,0% entre as brancas. As análises mensuráveis, por meio das dimensões cranianas entre africanos, europeus e americanos, revelam diferenças na morfologia do crânio (Morris, 1994).

Estudo utilizando 60 crânios chineses (homens/mulheres) determinou o gênero analisando 14 variáveis morfométricas por grupo. O método estatístico função discriminante aplicado em cinco variáveis diagnosticada obteve significância precisa de 96,7% e 100% em 14 variáveis Song & Lin (1992).

Williams & Tracy (2006) avaliaram, por meio da craniometria, 21 características morfológicas em 50 crânios de indivíduos europeus, para a determinação do gênero. Alcançaram 92% de acerto, ao determinar que o tamanho da extensão do arco zigomático, é predominantes no homem, quando comparados com a mulher.

Segundo Durić et al. (2005) por meio de mensurações antropométricas, avaliaram 180 crânios, determinaram o gênero dos esqueletos da população dos Bálcãs, previamente identificados. Ficou demonstrado que as mensurações de crânios apresentam confiabilidade (92% homem e 90% mulher).

Konigsberg & Hens (1998) verificaram, por meio de uma escala ordinal, cinco mensurações antropométricas em 138 crânios, para identificação e determinação do gênero, e chegaram a um diagnóstico correto de 83% para homens e 81% para mulheres pelo método estatístico multivariado.

Tendo em vista a grande miscigenação racial da população brasileira, e o fato de o método morfométrico linear tem sido empregado em outras populações que não a brasileira. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia de treze (13) medidas craniométricas utilizadas para a determinação do gênero por meio do método morfométrico em crânios humanos da população de brasileiros.

Material e Métodos

Foram avaliados 215 crânios adultos brasileiros, (76 do gênero feminino e 139 do gênero masculino), faixa etária entre 20 e 80 anos, com gênero, etnia e idade previamente determinados e cadastrados no Departamento de Morfologia Descritiva e Topográfica da Universidade Federal de São Paulo.

Dentre os 510 crânios do acervo, somente 215 foram avaliados devido aos critérios de exclusão utilizados neste estudo. Foram analisados somente crânios de brasileiros adultos, em bom estado de conservação cujo gênero, idade e grupo étnico estavam perfeitamente identificados em livros de registro próprios para este fim. Foram excluídos os crânios de crianças, danificados, com alterações patológicas, incompletos, sem identificação, seccionados sagital, coronal ou transversalmente e de origem étnica diferente da brasileira.

Todas as mensurações craniométricas foram realizadas com o auxílio de um paquímetro digital de correção (JOMARCA, 0.1 mm), em três ocasiões distintas pelo mesmo examinador, com intervalos de duas semanas entre cada medida, respeitando os critérios do teste de correlação intra-classe de replicabilidade (ICC).

As medidas realizadas nesse estudo basearam-se nos seguintes critérios previamente estabelecidos por Iscan & Steyn (1999).

Iº) Comprimento máximo craniano (comprimento cefálico) = desde a glabella até o a protuberância occipital externa, (glabella-epistocrânio G-E).

IIº) Largura craniana máxima (Bi-êurio) = desde os pontos mais laterais dos ossos

parietais do crânio (de um êurio a outro), (Êurio-Êurio E-E).

IIIº) Largura frontal máxima = distância linear entre a linha temporal do osso frontal de um lado ao outro (frontotemporal), (LFmax).

IVº) Largura frontal mínima = distância linear desde a sutura frontozigomática de um lado ao outro, (LFmin).

Vº) Comprimento da base do crânio = desde o básico (ponto mediano na borda anterior do forame magno) até o násio (encontro da sutura nasofrontal com a sutura internasal), (Ba-Na).

VIº) Distância básico-bregmática = desde o básico (ponto mediano na borda anterior do forame magno) até o bregma (no encontro na intersecção da sutura sagital com a sutura coronal), (Ba-bre).

VIIº) Distância básico-próstio = do básico (ponto mediano na borda anterior do forame magno) ao próstio (este no processo alveolar da maxila, na linha mediana entre os incisivos), (Ba-Po).

VIIIº) Distância násio-próstio (altura facial) = do násio (na intersecção da sutura nasofrontal com a sutura internasal no plano mediano) ao próstio (este no processo alveolar da maxila, entre os incisivos), (Na-Po).

IXº) Altura do processo mastóide = do ponto que vai da base da crista supra-mastóidea, em linha reta até pório e deste até o ponto mais inferior do ápice do processo mastóide. Essa medida foi realizada apenas no lado direito dos crânios, (AM).

Xº) Largura da face, largura bizigomática ou largura bi-zigia (de um zígio ao

outro) largura total da face= é a maior distância entre os dois arcos zigomáticos, desde as suas faces externas (ponto no arco zigomático que mais se projeta lateralmente), (Zg-Zg).

XIº) Altura nasal = é a altura máxima da abertura piriforme, medida desde a base da borda mais inferior da abertura piriforme até sutura intermaxilar, (AN).

XIIº) Largura nasal = a distância máxima entre as bordas laterais da abertura piriforme, perpendicular ao plano sagital mediano, (LN).

XIIIº) Largura biastério (Ast – Ast) = distância entre a junção da sutura escamosa com a sutura lambdóideia de ambos os lados, (Ast-Ast).

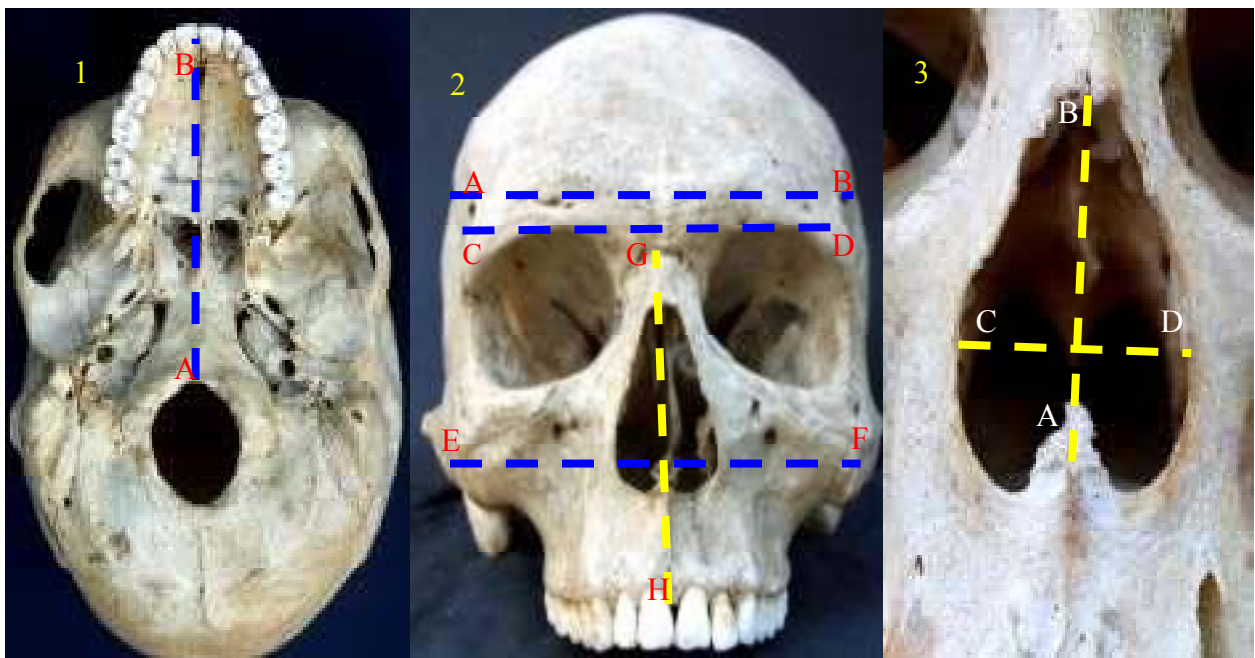


Figura 1. Vista inferior do crânio. Mostram os pontos ligados pelas linhas tracejadas, que representam a distância do comprimento, que vai do bázio ao próstio, (pontos A e B), medida VII, que são as maiores dimensão linear ântero-posterior.

Figura 2. Vista anterior do crânio. Mostram os pontos ligados pelas linhas tracejadas, que representam as distâncias da largura frontal máxima (pontos A e B) medida III, largura frontal mínima (pontos C e D) medida IV, largura bi-zigia (pontos E e F)

medida X, e comprimento do násio ao próstio (pontos G e H) medida VIII, que são as maiores dimensão lineares ântero posteriores.

Figura 3. Vista anterior do crânio. Mostram os pontos ligados pelas linhas tracejadas, que representam a altura nasal (pontos A e B) medida XI e largura nasal (pontos C e D) medida XII, que são as maiores dimensões lineares súpero-inferior e látero-lateral.

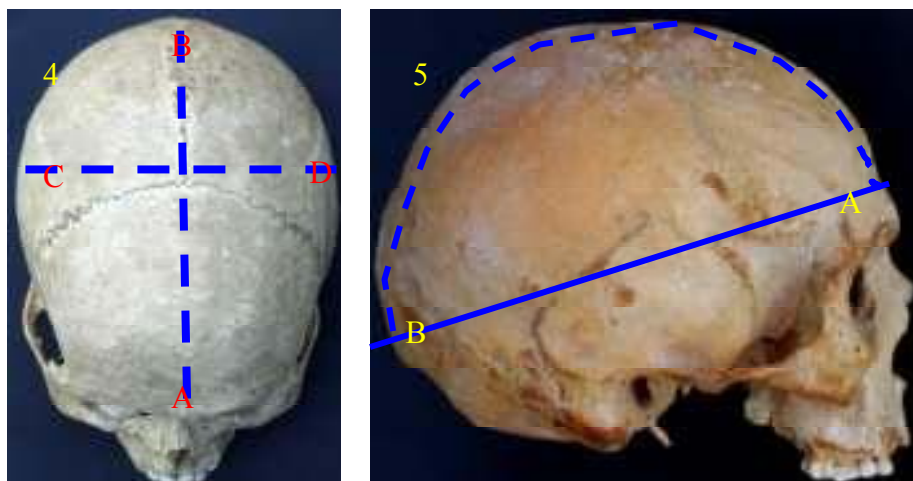


Figura 4 e 5. Vistas superior e lateral do crânio. Mostram os pontos ligados pelas linhas tracejadas, que representam o comprimento, distância que vai da glabella ao epistocrânio (pontos A e B) medida I e largura, distância entre bi-êurio (pontos C e D) que são as maiores dimensões lineares ântero posterior e látero-lateral medida II.

Análise estatística

Os valores obtidos foram submetidos à análise estatística descritiva (média \pm erro padrão), ao teste de correlação intra-classe (Intraclass coefficient test- ICC), para maior fidedignidade das mensurações obtidas, o teste de Qui-quadrado, Mann-Whitney, teste t student, ANOVA multivariada e teste de Tukey com nível de significância de 5% e análise de regressão logística e odds Ratio (OR) para mensurações lineares, realizadas no programa Bioestat 5.0 (Fundação Mamirauá, Belém, PA).

Resultados

O teste de correlação intraclass (ICC) para as mensurações craniométricas apresentou replicabilidade excelente ($ICC > 0,9$; $p < 0,0001$) para todas as mensurações, o que significa que as mensurações foram reproduzíveis e confiáveis.

A Figura 1 mostra a distribuição das 215 crânios segundo o gênero e grupo étnico.

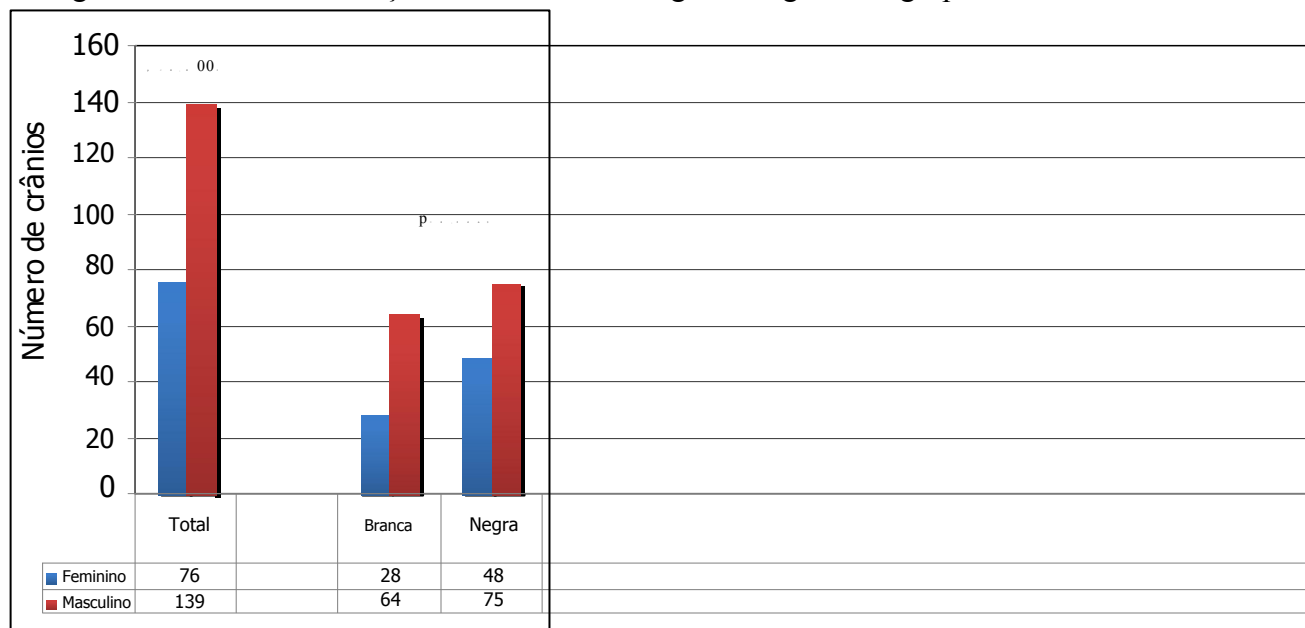


Figura 1. Distribuição dos crânios estudada de acordo com vários parâmetros.

Pela Figura 1 é possível observar que houve uma predominância significativa (Qui-Quadrado, $p < 0,05$) de crânios masculinos (64,7%) em relação às femininas. Entretanto, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes (Qui-Quadrado, $p > 0,05$) entre os grupos étnicos, dentro de cada gênero.

A distribuição das idades dos crânios em função do gênero revelou diferenças significativa (Mann-Whitney, $p = 0,0233$) entre os crânios masculinos ($41,8 \pm 12,6$ anos) e femininos ($39,7 \pm 18,1$ anos), sendo o primeiro mais velho do que o segundo.

A análise estatística (ANOVA multivariada e teste de Tukey) revelou que o gênero influenciou ($p < 0,05$) em todas as mensurações. Em todos os casos nos quais foram verificadas diferenças estatísticas, as mensurações provenientes dos masculinos foram maiores do que as dos femininos. No total de crânios analisados de ambos os gêneros nenhuma das mensurações foi influenciada pelo grupo étnico ($p > 0,05$).

As Tabelas 2 e 3 mostram a influência dos mesmos fatores (grupo étnico) nas seguintes mensurações lineares (em mm) dos mesmos crânios:

Tabela 1. Medidas (média \pm erro padrão) lineares (G-E; E-E; LFmax; LFmin e Ba-Na) em função do gênero e grupo étnico (caucasóide e negróide) dos crânios em estudo.

Fator	1-G-E	2-E-E	3-LFmax	4-LFmin	5-Ba-Na
Feminino					
(n= 75)	17,2 ($\pm 0,08$)	13 ($\pm 0,08$)	11 ($\pm 0,07$)	9,2 ($\pm 0,05$)	9,5 ($\pm 0,05$)
Masculino		13,5			
(n= 136)	17,6 ($\pm 0,06$)	($\pm 0,06$)	11,5 ($\pm 0,06$)	9,6 ($\pm 0,04$)	10,0 ($\pm 0,08$)
valor de p	0,156	0,000	0,025	0,000	0,680
*Branca		13,3			
(n= 92)	17,6 ($\pm 0,07$)	($\pm 0,08$)	11,5 ($\pm 0,07$)	9,5 ($\pm 0,06$)	9,7 ($\pm 0,06$)
*Negra					
(n= 119)	17,4 ($\pm 0,07$)	13,3 ($\pm 0,07$)	11,3 ($\pm 0,07$)	9,4 ($\pm 0,04$)	9,9 ($\pm 0,1$)
valor de p	0,224	0,744	0,068	0,960	0,203

*Mensurações comparadas entre os gêneros. (1-glâbela-epístocrânio; 2-Êurio-Êurio; 3- Largura frontal máxima; 4- Largura frontal mínima; 5-Básio-Násio).

A análise estatística (ANOVA multivariada e teste de Tukey) revelou diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$), embora discreta, entre os gêneros, considerando as mensurações E-E, LFmax e LFmin. Em todos os casos onde foram verificadas diferenças estatísticas, as mensurações provenientes dos homens foram maiores que as das mulheres.

Nenhuma das mensurações (G-E; E-E; LFmax; LFmin e Ba-Na), foi influenciada ($p>0,05$) pelo grupo étnico.

Tabela 2. Medidas (média \pm erro padrão) lineares (Na-Po, AM, Zg-Zg, NA, LN, Ba-Po e Ast-Ast) em função do gênero e grupo étnico (caucasóide e negróide), nos crânios em estudo.

Fator	1-Na-Po	2-AM	3-Zg-Zg	4-AN	5-LN	6-Ba-Po	7-Ast-Ast
Feminino (n= 75)	64,5 ($\pm 0,9$)	31,6 ($\pm 0,34$)	12,1 ($\pm 0,07$)	29,2 ($\pm 0,44$)	24,8 ($\pm 0,29$)	94,8 ($\pm 0,89$)	107,1 ($\pm 0,93$)
Masculino (n= 136)	67,7 ($\pm 0,52$)	33,4 ($\pm 0,28$)	12,8 ($\pm 0,06$)	31,8 ($\pm 0,32$)	25,3 ($\pm 0,24$)	98 ($\pm 0,62$)	110,8 ($\pm 0,46$)
valor de p	0,358	0,000	0,036	0,000	0,364	0,191	0,000
*Branca (n= 92)	65,7 ($\pm 0,7$)	32,6 ($\pm 0,33$)	12,5 ($\pm 0,07$)	32,1 ($\pm 0,37$)	24,6 ($\pm 0,3$)	94,7 ($\pm 0,86$)	110,8 ($\pm 0,62$)
*Negra (n= 119)	67,2 ($\pm 0,64$)	32,9 ($\pm 0,3$)	12,6 ($\pm 0,07$)	30 ($\pm 0,37$)	25,6 ($\pm 0,23$)	98,5 ($\pm 0,59$)	108,5 ($\pm 0,65$)
valor de p	0,350	0,317	0,120	0,000	0,406	0,172	0,027

*Mensurações comparadas entre os gêneros. (1-Násio-Próstio; 2- Altura mastóidea; 3-Bizigomática; 4-Altura Nasal; 5-Largura Nasal; 6-Násio-Próstio; 7-Biastério).

Foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os gêneros considerando as mensurações AM, Zg-Zg, NA e Ast-Ast, sendo que as mensurações masculinas foram maiores que as femininas ($p<0,05$). Nos crânios provenientes de brancos foram verificados maiores valores ($p<0,05$) de NA e Ast-Ast do que nos crânios provenientes de negros. Os crânios com mandíbulas dentadas apresentaram maiores valores ($p<0,05$) de AM do que aquelas sem dentes.

Para determinar a dependência das variáveis G-E, E-E, LFmax, LFmin, Ba-Na, Na-Po, AM, Zg-Zg, AN, LN, Ba-Po e Ast-Ast em relação ao gênero, grupo étnico e condição foi calculada a regressão logística múltipla. As Tabelas 1 e 2 mostram os resultados obtidos.

Tabela 3. Regressão logística múltipla considerando as variáveis G-E, E-E, LFmax, LFmin, Ba-Na e Na-Po em relação ao gênero, grupo étnico e idade.

Variáveis	Fatores	p-valor	odds ratio	IC 95%
1-G-E	Gênero	0,17	1,5269	0,83 a 2,79
	Etnia	0,0901	1,7871	0,91 a 3,50
	Idade	0,0005	2,153	1,4 a 3,32
2-E-E	Gênero	0,2424	1,4275	0,79 a 2,59
	Etnia	0,0935	1,7599	0,91 a 3,41
	Idade	0,0019	1,9213	1,27 a 2,90
3-LFmax	Gênero	0,2027	1,4612	0,82 a 2,62
	Etnia	0,1276	1,6457	0,87 a 3,12
	Idade	0,6636	0,9935	0,96 a 1,02
4-LFmin	Gênero	0,2571	1,4192	0,77 a 2,60
	Etnia	0,1486	1,6383	0,84 a 3,20
	Idade	0,0002	3,3522	1,78 a 6,32
5-Ba-Na	Gênero	0,2135	1,449	0,81 a 2,60
	Etnia	0,1218	1,6606	0,87 a 3,16
	Idade	0,4037	0,9888	0,96 a 1,02
6-Na-Po	Gênero	0,1285	1,5854	0,88 a 2,87
	Etnia	0,3062	1,4112	0,73 a 2,73
	Idade	0,0179	1,0614	1,01 a 1,12

(1-glábela-epístocrânio; 2- Êurio-Êurio; 3-Largura frontal máxima; 4- Largura frontal mínima; 5-Básio-Násio6; 6-Násio-Básio).

Tabela 4. Regressão logística múltipla considerando as variáveis AM, Zg-Zg, NA, LN, Ba-Po e Ast-Ast em relação ao gênero, grupo étnico e idade.

Variáveis	Fatores	p-valor	Odds ratio	IC 95%
1-AM	Gênero	0,2067	1,4812	0,8 a 2,73
	Etnia	0,217	1,5265	0,78 a 2,99
	Idade	< 0,0001	1,2386	1,11 a 1,38
2-Zg-Zg	Gênero	0,0621	1,839	0,97 a 3,49
	Etnia	0,6346	1,1883	0,58 a 2,42
	Idade	< 0,0001	4,1686	2,43 a 7,14
3-AN	Gênero	0,4983	1,2333	0,67 a 2,26
	Etnia	0,2725	1,4477	0,75 a 2,80
	Idade	0,0008	1,142	1,06 a 1,23
4-LN	Gênero	0,1262	1,5985	0,88 a 2,92
	Etnia	0,1241	1,6643	0,87 a 3,19
	Idade	0,0311	1,1363	1,01 a 1,28
5-Ba-Po	Gênero	0,2288	1,4314	0,8 a 2,57
	Etnia	0,1652	1,5803	0,83 a 3,02
	Idade	0,6227	0,9995	1 a 1,00
6-Ast-Ast		0,1323	1,6467	0,86 a 3,15
	Idade	0,0237	1,0598	1,01 a 1,11

1- Altura mastóidea; 2-Bizigomática; 3-Altura Nasal; 4-Largura Nasal; 5-Básio-Próstio; 6-Biastério.

Os resultados observados nas Tabelas 1, 2 e 3 mostram, no conjunto, que as variáveis em estudo não foram influenciadas ($p > 0,05$). A idade teve alguma influência ($p < 0,05$) sobre algumas das variáveis, entretanto, a relação foi muito pequena (Odds ratio $< 2,0$). As exceções foram as mensurações LFmin e Zg-Zg que apresentaram Odds ratio maior do que 3, indicando que as mensurações tendem a aumentar pelo menos três vezes em função da idade.

Discussão

O presente estudo comparativo trata da análise morfométrica, em crânios secos da população brasileira adulta, por meio de métodos antropométricos padronizados, descritos na literatura. A busca por um método craniométrico ideal para cada população, devido à variabilidade da forma craniana, vem sendo aplicada em todo o mundo.

No estudo de Herring (1993) observou uma exceção interessante no tamanho do viscerocrânio do homem antigo quando comparado com o homem moderno (*homo sapiens*), durante o desenvolvimento ósseo pode ser mais lento, pois o processo da ontogênese está parcialmente sujeito ao efeito epigenético.

A média mensurável da altura (comprimento) náseo ao próstio do crânio masculino obtidos nesse estudo foi maior do que o feminino, (136 crânios masculinos $67,7 \pm 0,52$), 75 crânios femininos ($64,5 \pm 0,9$), entretanto foi observada diferença entre os gêneros, quando comparados foi menor do que os das populações sul africana 43 crânios masculinos negros (68.3) e 43 crânios femininos negros (65.0), enquanto que os brasileiros 92 crânios brancos ($65,7 \pm 0,7$) e 119 crânios negros ($67,2 \pm 0,64$), no entanto foi observada uma diferença significativa entre os africanos 46 crânios brancos masculinos (71.2) e 50 crânios brancos femininos (66.0), Iscan & Steyn (1999).

Os resultados obtidos apontam para uma correlação positiva, no entanto, vê-se algumas variações que, afinal de contas, não constituem uma disparidade muito grande. Para Iscan & Steyn (1999), ao compararem suas mensurações com amostragens norte-americanas, encontraram a existência de uma única diferença significativa na altura do náseo ao próstio, sendo este mais curto em negros (masculino 68.3) e (feminino 65.5) quando comparado com brancos (masculino 71.2) e (feminino 66.0). Entretanto, não encontramos essas diferenças na distância náseo ao próstio, entre indivíduos brancos e negros, o que se observa uma aparente inversão dos mesmos. Somente houve diferenças entre os gêneros, pois se vem confirmando diferenças notórias relativas ao tamanho. Incidências dos dados analisados praticamente próximos em ambos os gêneros, foi também observada por Franklin et al. (2005).

De acordo com Morris (1994); Iscan & Steyn (1999), a teoria da evolução humana, em vários continentes, pode resultar em diferentes formas da cabeça de acordo com alteração secular. Talvez por esta razão a dimensão do násio ao próstio revelada (0.34mm) do negro sul africano, o comprimento é menor. Outra observação importante que merece destaque, no que diz respeito a linhagens evolutivas de populações que desenvolveram grupos específicos onde ainda poucos ocorreram mistura entre as etnias garantindo a origem da espécie do material genético, provavelmente reunindo provas específicas para determinar o gênero por meio da morfologia.

Autores como Harvati & Weaver (2006) asseveram que a forma facial do ser humano, especialmente a forma do nariz, tem sido associada à adaptação climática, dieta alimentar e prática mastigatória, provavelmente atribuída pela combinação de desenvolvimento ambiental e adaptação genética. Devemos lembrar que, a mistura interetnias é existente, mas não podemos afirmar se isto seja bem certo, mas, porém do ponto de vista analítico, o padrão morfológico craniano atual de modo geral apresenta diferenças ligadas a heranças genéticas, mas elas são pequenas mesmo quando confrontado com outras populações distantes geograficamente.

Os valores obtidos neste estudo, onde foram verificadas diferenças estatísticas, as mensurações provenientes dos masculinos foram maiores quando comparado com os femininos. Em alguns casos, no total de crânios analisados de ambos os gêneros nenhuma das mensurações (Glabela-Epistocrânio; Êurio-Êurio; Largura Frontal máxima; Largura Frontal mínima e Básio-Násio), foi influenciada pelo grupo étnico ($p>0,05$).

Neste trabalho, entretanto foi possível observar que houve uma predominância significativa de crânios masculinos (64,7%) em relação aos femininos (Qui-Quadrado, $p<0,05$). Porém, não foram observadas diferenças estatisticamente significativa (Qui-Quadrado, $p>0,05$) entre os grupos étnicos, dentro de cada gênero. Corroborando com o estudo de Morris (1994); Iscan & Steyn (1999), em suas análises por meio das dimensões cranianas, o que indicam que as misturas interetnias (entre negros e brancos) do norte dos EUA foram mínimas, mas quando comparadas à etnia sul africana as diferenças são consideráveis. O estudo realizado por Barbujani & Sokal (1990), reforça que se

têm concentrado e demonstrado fortes indícios na conexão genética por meio da morfologia do crânio na Europa.

A distribuição das idades dos crânios em função do gênero revelou diferenças estatisticamente significativa (Mann-Whitney, $p=0,0233$) entre os crânios masculinos ($41,8 \pm 12,6$ anos) e femininos ($39,7 \pm 18,1$ anos), sendo as primeiras de indivíduos mais antigos do que as segundas.

A análise estatística (ANOVA multivariada e teste de Tukey) revelou diferenças estatisticamente significativa, embora pequenas, entre os gêneros, considerando as mensurações E-E, LFmax e LFmin, ($p<0,05$).

A média de largura máxima (Êurio-Êurio) dos crânios masculinos obtidos nesse estudo foi maior do que o feminino e o masculino ($13,5 \pm 0,06$), feminino ($13 \pm 0,08$) e branco ($13,3 \pm 0,08$) e (negra $13,3 \pm 0,07$), entretanto foi observada uma discrepância significativa, foi bem menor do que os das populações sul africano negro masculino (186.7) e feminino (178.0) e branco masculino (187.5) e feminino (179.0), Yscan & Steyn (1999).

Já a largura frontal máxima os valores dos crânios masculinos ($11,5 \pm 0,06$), feminino ($11 \pm 0,07$) e branca ($11,5 \pm 0,07$) e negra ($11,3 \pm 0,07$) foi maior, mas discreto quando comparado com as populações sul africana negro somente masculino (114.6), menor, mas discreta feminina (111.0) e menor entre branco masculino (119.7) e branca feminina (115.3) (Iscan & Steyn, 1999) e a população de Creta maior entre masculino (122.46), feminino (118.99), Kranioti et al. (2008).

Com relação à largura frontal mínima do crânio os valores dos crânios (masculinos $9,6 \pm 0,04$), femininos ($9,2 \pm 0,05$) e brancos ($9,5 \pm 0,06$) e negros ($9,4 \pm 0,04$) foram bem menores do que os das populações sul africana negra entre masculino (97.1) e feminino (93.4) e branco masculino (97.7) e branca feminina (93.5), Iscan & Steyn (1999), enquanto que a população de Creta entre (masculino 96.33) e (feminino 93.23) segundo, Kranioti et al. (2008) foi bem próxima a dos africanos negros e brancos. Notoriamente entre as mensurações observa-se que o neurocrânio brasileiro aparenta uma discreta diminuição entre os gêneros quando comparado com outras populações. As espécimes de crânios empregadas nesse estudo eram de maioria da etnia negra e habitantes de diferentes

regiões do Brasil, o que pode reforçar esse viés étnico, conforme apresentado na figura 1. Tais aspectos podem ser atribuídos possivelmente à miscigenação racial, comum na população brasileira e menos freqüente nas outras populações comparadas (Prado & Caria, 2007).

Foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os gêneros considerando as mensurações AM, Zg-Zg, AN e Ast-Ast, sendo que as mensurações masculinas foram maiores que as femininas ($p < 0,05$). Nos crânios provenientes de brancos foram verificados maiores valores de AN e Ast-Ast do que nos crânios provenientes de negros ($p < 0,05$). A média da altura mastóidea (AM) do crânio masculino obtidos nesse estudo foi maior do que o feminino, entretanto foi observada diferença significativa, masculino ($33,4 \pm 0,28$), feminino ($31,6 \pm 0,34$) e branco ($32,6 \pm 0,33$) e negro ($32,9 \pm 0,3$) foi maior do que os das populações sul africana negra (masculino 30.9) e maior feminino (26.0) e menor do que branco masculino (34.2) e maior feminino (31.4).

Os dados de Iscan & Steyn (1999) asseveram que análise pelo método morfométrico em crânios de africanos brancos entre os gêneros, apresentou uma taxa obtendo 80.2% proporcional à largura bizigomática média de (130.54 masculino) e (122.07 feminino), considerando ser um caso isolado. A média da largura bizigomática (Zg-Zg) do crânio masculino nesse estudo foi maior do que o feminino, (masculino $12,8 \pm 0,06$), (feminino $12,1 \pm 0,07$) e (branca $12,5 \pm 0,07$) e (negra $12,6 \pm 0,07$) foi pouco menor do que os das populações sul africana negra somente (masculino 130.6), e pouco maior (feminino 121.4) e branca menor entre (masculino 128.9) e branca (feminina 122.0).

Com relação à largura biastério (Ast-Ast), os valores dos crânios masculinos ($110,8 \pm 0,46$), femininos ($107,1 \pm 0,93$) e brancos ($110,8 \pm 0,62$) e (negras $108,5 \pm 0,65$) foi bem maior do que os das populações sul africana negra entre masculino (106.9) e feminino (103.0) e menor entre a branca masculino (128.9) e branca feminina (110.0), Iscan & Steyn (1999).

Já a mensuração que merece destaque pela disparidade quando comparado com outras populações é a medida da altura nasal (AN) do crânio na mesma ocasião à média masculina os valores obtidos nesse estudo de brasileiro sexo masculino ($31,8 \pm 0,32$),

valores comparados entre o gênero branco ($32,1 \pm 0,37$) e negro ($30 \pm 0,37$) os valores foi bem menor quando comparado com a população africano masculino negro (48.2) e branco (53.5) Iscan & Steyn (1999) e a população africana de Creta masculina (51.60) os resultados foram bem mais distantes aos deste estudo. Nos valores da média brasileira feminina ($29,2 \pm 0,44$), africana feminina negra (47.1) e africana branca feminina (49.7) Iscan & Steyn (1999) e a população africana de Creta feminina (48.20) Kranioti et al. (2008) também foram bem mais distantes aos deste estudo. Este fato pode ser representado por característica própria de cada população e influenciado por fator genético.

A principal diferença do dimorfismo entre os gêneros é o tamanho e a configuração do nariz, levam as diferenças colaterais em outras estruturas topográficas da face. O nariz masculino é proporcionalmente maior que o feminino, os pulmões são maiores para suprir os músculos e órgãos. Essa é uma característica “populacional” baseada em comparações gerais entre um grande número de pessoas; qualquer indivíduo, seja homem ou mulher, pode ter nariz maior ou menor. O motivo para as múltiplas variações da configuração nasal nos homens é a natureza mais protuberante de toda a região nasal Enlow & Has (2006).

Para determinar a dependência das variáveis G-E, E-E, LFmax, LFmin, Ba-Na, Na-Po, AM, Zg-Zg, AN, LN, Ba-Po e Ast-Ast em relação ao gênero e o grupo étnico foi calculada a regressão logística múltipla. No entanto, cujas variações craniofaciais morfológicas, podem estar relacionadas com o crescimento e desenvolvimento do esqueleto cefálico e também controladas por fatores genéticos, geográficos, climáticos, raciais, pois sofrem remodelação por influencias funcionais das forças mecânicas mastigatórias, geradas pelos músculos, estimulam a formação do tecido ósseo direta ou indiretamente. Essa intrínseca relação entre a distribuição das forças mastigatórias com a forma do esqueleto craniofacial também foi estabelecida previamente por Farella et al. (2003).

Os resultados observados mostram, no conjunto, que as variáveis em estudo sobre a idade teve alguma influência ($p < 0,05$) sobre algumas das variáveis, entretanto, a relação foi muito pequena (Odds ratio $< 2,0$). A exceção foram as mensurações LFmin e Zg-Zg que apresentaram Odds ratio maior do que 3, indicando que as mensurações tendem a aumentar pelo menos três vezes em função da idade. Kranioti et al. (2008) confirmam que existe

uma emergente sobreposição de diferença no tamanho masculino em relação ao feminino, ressalta que o aspecto mais importante ainda é o que envolve o dimorfismo sexual, pois a determinação depende de fatores que causam modificação no gênero.

Segundo Neves & Pucciarelli (1991), a forma craniofacial do seres humanos do continente americano pode ser explicada por um duplo acontecimento migratório: pelos paleoamericanos originários da população ancestral Asiática e pela migração dos mongóis, da qual deriva os modernos nativos americanos. Há uma hipótese de que no Novo Mundo, remanescentes antigos de grupos paleoamericanos quase extintos, vivem isolados em reserva geográfica, onde a carência do fluxo gênico poderia garantir a subsistência da espécie do fenótipo e o perfil desses ancestrais.

González et al. (2003) realizaram uma análise da delgada lâmina spline reflete diferenças entre população paleoamericanos de Balcãs, principalmente devido ao leve encurtamento do neurocrânio com a diminuição da região da glabella. Goodall's F-test revelou que estas diferenças não são significativas. A população Asteca no, México região do Tlant apresentou uma expansão no viscerocrânio quando comparado com o crânio da população paleoamericanos de Balcãs. Ainda revelam que os padrões de semelhanças craniofaciais podem ser atribuídos em razão de alguns fatores, como a natureza do fluxo gênico, predisposição de adaptação ao meio ambiente local associado com isolamento ancestral.

Kimmerle & Ross (2008), os autores são enfáticos ao afirmarem que de certa forma o tamanho do crânio, porém padronizado não apresenta influência significativa na morfologia do crânio de americano branco e negro, isto sugere que indivíduos de estatura baixa e alta do mesmo gênero são semelhantes quanto à forma do crânio, mas que, entretanto não indica alterar em negros e brancos.

Jantz & Meadows (2000), a altura ligada ao comprimento cefálico do neurocrânio têm sido notados como uma importante evidência de alteração secular na forma e tamanho, semelhança entre os gêneros. Ocorreram devido à resposta de tração de força mecânica, que pode ocorrer na primeira infância conforme o rápido desenvolvimento encefálico.

Enlow & Hans (2006) e Lieberman et al. (2000), propõem que a forma e o desenvolvimento do crânio, em dolícocefalos e braquicefalos, refletem sobre a ação mútua precoce com o tamanho do encéfalo, são fatores de variações comuns entre as misturas das populações.

Em um estudo relacionado com a forma e tamanho do neurocrânio e viscerocrânio há um forte indício de que algumas estruturas ósseas podem estar associadas com o desenvolvimento genético e habitação em clima frio. Principalmente a região nasal, face plana (achatada) e a dilatação do arco zigomático, possivelmente existem adaptações ligadas à temperatura relacionada com a morfologia do crânio humano Harvati & Weaver (2006).

A genética pode influenciar na variação do padrão morfológico craniofacial, porém levando a consequência de diferença heterogênea ligada com a ocorrência cíclica de gerações Vieira et al. (2004).

Funayama et al. (1986) demonstram existir diferenças anatômicas entre os gêneros, por meio de análise do ápice nasal, enquanto que a saliência da glabella apresenta ser mais evidente no gênero masculino (90%), no entanto, o aumento da saliência da glabella pode se desenvolver por meio de variação individual, mas, discreto.

Raff (1996); Carroll et al. (2001), o desenvolvimento da evolução na espécie humana, tem notado forte alteração na morfologia do crânio, resultado influenciado pela ontogênese e a regulação do crescimento associado com a multiplicação do fenótipo. Para Lieberman et al. (2001), a provável influência na procedência da forma do crânio do homem moderno foi à alteração e a adaptação da evolução morfogenética, muito mais do que a mudança no processo de desenvolvimento das estruturas na qual recorre a cada espécie. Rösing et al. (2007), um indicador qualitativo importante para distinção da parte da humanidade européia é a forma do crânio, devido à predisposição comum no domínio da braquiocefalização nesta população.

Conclusões

O crânio brasileiro não apresenta um padrão morfométrico uniforme com exceção de algumas mensurações craniométricas pareadas com outras populações.

Não se notam diferenças morfológicas entre a etnia, dentro de cada gênero.

Houve diferenças entre os gêneros através da análise morfométrica com as 13 medidas realizadas pelo método morfométrico craniométrico aplicado, sendo diferentes no tamanho entre o masculino e feminino, em todas as dimensões entre os gêneros e etnias avaliadas.

Referências Bibliográficas

1. Adams, DC, Rohlf FJ, Slice DE. 2004. Geometric morphometrics: ten years of progress following the “revolution.” *Ital J Zool* 71:5–16
2. Ayers, HG., Jantz, RL., for forensic anthropology. Maxwell Museum of Anthropology, Albuquerque, pp 65–71 (1990).
3. Barbujani F, Sokal RR. Zones of sharp genetic change in Europe are also linguistic boundaries. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1990;87:1816-9.
4. Cruz, Rizzolo RJ., & Madeira, M. C. Anatomia Facial com fundamentos de anatomia sistêmica geral. 2ª ed. São Paulo Savier, 2006.
5. Carroll, S. B., Grenier, J. K. & Weatherbee, S. D. (2001) *From DNA to Diversity* (Blackwell, Oxford).
6. Durić, M. Rakočević, Z. Donić, D. The reliability of sex determination of skeletons from forensic context in the Balkans. *Forensic Science International* 147 159–164 2005.
7. Enlow, Donald H., & Has, G. Mark Noções básicas sobre crescimento facial. Editora Santos Ed. acesso 2006 Jan. 01. Disponível em: <http://www.relativa.com.br/livros>.
8. Farella M, Bakke M, Michelotti A, Rapuano A, Martina R. Masseter thickness, endurance and exercise-induced pain in subjects with different vertical craniofacial morphology. *Eur J Oral Sci*. 2003; 111(3): 183.
9. Franklin, D., Freedman, L., Milne, N. Sexual dimorphism and discriminant function sexing in indigenous South African crania. *HOMO Journal of*

Comparative Human Biology 55 213–228 2005.

10. Funayama Masato, Aoki Yasuhiro, Kudo Toshiyuki, sagisaka kaoru Sex Determination of the Human Skull Based upon Line Drawing from Roentgen Cephalograms Skull. Tohoku J. exp. Med., 149; 407-416 1986.
11. Giles E, O. Elliot Sex determination by discriminant function analysis of crania, Am. J. Phys. Anthropol. 21 (1963) 53–68
12. Gill GW, Rhine S. Skeletal attribution of race: methods for forensic anthropology. Anthropological Papers No. 4. Maxwell Museum of Anthropology, Albuquerque (eds) 1990.
13. González J. R., González, A., M., Hernández, m., Pucciarelli, H. M., Sardi, M., Rosales, m., and Molen, S., V., der Craniometric evidence for Palaeoamerican survival in Baja California. letters to nature vol. 425/4 september 2003
14. Günay Y Altinkök M. The value of the size of foramen magnum in sex determination. J Clin Forensic 2000 Med 7:147–149.
15. Harvati katerina, Weaver timothy d. Human Cranial Anatomy and the Differential Preservation of Population History and Climate Signatures. The anatomical record part a 288a:1225–1233 2006.
16. Herring S. W. in The Skull, eds. Hanken, J.& Hall, B. K. (Univ. Chicago Press, Chicago), 1993 Vol. 1, pp. 153–206.
17. Humphrey L.T, Dean M.C, Stringer C.B. Morphological variation in great ape and modern human mandibles. J. Anat., 195 (Pt4): 491–513, 1999.

18. Ilannerz J. Orbital phlebography and signs of inflammation in episodic and chronic cluster headache. *Headache*;31:54 & 2 1991
19. Iscan M Y, Cotton TS. Osteometric assessment of racial affinity from multiple sites in the postcranial skeleton. In: Gill GW, Rhine S (eds) *Skeletal attribution of race: methods for forensic anthropology*. Maxwell Museum of Anthropology, Albuquerque, pp 83–90 1990.
20. Iscan M. Yasar Steyn, M. Craniometric determination of population affinity in South Africans. *Int J Legal Med* 1999 112:91–97.
21. Iscan M. Yasar Steyn M. Craniometric determination of population affinity in South Africans. *Int J Legal Med* (1999) 112 :91–97.
22. Jantz RL, Meadows Jantz L. Secular change in craniofacial morphology. *Am. J. Hum. Biol.* 12:327-338, Copyright Wiley-Liss, Inc 2000.
23. Kimmerle Erin H, Ross Ann and Slice. Dennis Sexual Dimorphism in America: Geometric Morphometric Analysis of the Craniofacial Region. *J Forensic Sci*, January, Vol. 53, No. 1 doi: 2008.
24. Konigsberg LW. Temporal aspects of biological distance: serial correlation and trend in a prehistoric skeletal lineage. *Am J Phys Anthropol* 82:45–52 1990.
25. Konigsberg L. W, Hens S. M. Use of ordinal categorical variables in skeletal assessment of sex from the cranium. *Am J Phys Antropol* 1998 Sep;107(1):97-112.
26. Kranioti Elena F. Iscan Mehmet Yasar, Michalodimitrakis Manolis Craniometric analysis of the modern Cretan population. *Forensic anthropology population data* 2008

Elsevier Ireland Ltd. All rights reserved.

27. Lieberman Daniel E, Mc Bratney, Brandeis M, Krovitz Gail. The evolution and development of cranial form in *Homo sapiens*. Edited by Henry C. Harpending University of Utah, Salt Lake City, UT, and approved November 26, (received for review August 20, 2001).
28. Lieberman DE, Pearson OM, Mowbray KM. Basicranial influence on overall cranial shape. Department of Anthropology, The George Washington University, 2110 G St, NW, Washington, DC 20052, USA. 2000.
29. Lieberman Daniel E, McBratney Brandeis M, Lieberman D.E, Krovitz G.E, Yates F.W, Devlin M, St Claire M. Effects of foods processing on masticatory strain and craniofacial growth. in a retrognathic face. *J. Hum. Evol.*, 46(6): 655-677, 2004
30. Loth Susan R, Henneberg Maciej Mandibular Ramus Flexure: A New Morphologic Indicator of Sexual Dimorphism in the Human Skeleton. *American Journal of Physical Anthropology* 99:473-485 1996.
31. Morris AG. The skeletons of contact. Witwatersrand University Press, Johannesburg. 1994.
32. Neves W. A, Pucciarelli H. M. Morphological affinities of the first Americans: an exploratory analysis based on early South American human remains. *J. Hum. Evol.* 21, 261–273 1991.
33. Novotny V, Iscan MY, Loth SR. Morphologic and osteometric assessment of age, sex, and race. from the skull. In MY Iscan and Helmer (eds.): *Forensic Analysis of the*

Skull. New York: Wiley- Liss, pp. 71-88 1993.

34. Prado Felipe Bevilacqua, Caria Paulo Henrique Ferreira Comparaciones Morfológicas Entre las Mandíbulas de Brasileños y de Poblaciones de Otros Continentes. *Int J. MorphoL*, 25(2):323-327, 2007.

35. Raff R. *The Shape of Life*. (Univ. Chicago Press, Chicago). Carroll, S. B., Grenier, J. K. & Weatherbee, S. D. (2001) *From DNA to Diversity* (Blackwell, Oxford) 1996.

36. Rösing F.W, Graw M, Marre B, Ritz-Timme S, Rothschild M.A. Rötzscher K, Schmeling A, Schröder I. Geserick, G. Recommendations for the forensic diagnosis of sex and age from skeletons. *HOMO - Journal of Comparative Human Biology* 58 2007 75–89.

37. Song HW, Lin Jia JT. Sex diagnosis of Chinese skulls using multiple stepwise discriminant function analysis. *Forensic Sci Int* May; 54 (2):135-40 1992.

38. Vieira, AR., Meira, R., Modesto, A., Murray, JC. MSX 1, PAX 9, and TGFA contribute to tooth agenesis in humans. *J Dent Res.*;83:723–727 2004.

39. Wahl J, Graw M Metric sex differentiation of the pars petrosa ossis temporalis. *Int J Legal Med* 114:215–223 2001.

40. Williams B. A, B.A, M.Sc, Tracy L. Rogers Evaluating the Accuracy and Precision of Cranial Morphological Traits for Sex Determination. *J Forensic Sci*, July 2006.

3. CAPÍTULO 2

Título:

“CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO TRIÂNGULO MASTÓIDE DE CRÂNIOS HUMANOS BRASILEIROS: SUA RELAÇÃO COM O GÊNERO.”

Title:

“MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE MASTOID TRIANGLE IN BRAZILIAN HUMAN SKULLS: ITS RELATION TO GENDER”.

Autores:

Cristiano Manoel (Mestrando do Programa de Pós-graduação em Biologia Buco-Dental, área de concentração Anatomia da FOP/UNICAMP).

Felippe Bevilacqua Prado (Mestrando do Programa de Pós-graduação em Biologia Buco-Dental, área de concentração Anatomia da FOP/UNICAMP).

Prof. Dr. Paulo Henrique Ferreira Caria (Professor do Departamento de Morfologia da FOP/UNICAMP)

Prof. Dr. Francisco Carlos Groppo (Professor do Departamento de Farmacologia e Anestesiologia da FOP/UNICAMP)

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO TRIÂNGULO MASTÓIDE DE
CRÂNIOS HUMANOS BRASILEIROS

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE MASTOID TRIANGLE IN
BRAZILIAN HUMAN SKULLS

Cristiano Manoel^a, Paulo Henrique Ferreira Caria^a, Felipe Bevilacqua Prado^a, Francisco Carlos Groppo^b

^a Department of Morphology, Piracicaba Dental School, State University of Campinas, Piracicaba, Brazil.

^b Department of Pharmacology, Anesthesiology and Therapy, Piracicaba Dental School, State University of Campinas, Piracicaba, Brazil.

Piracicaba Dental School – State University of Campinas – FOP/UNICAMP.

Department of Morphology – Anatomy Area.

Av. Limeira, 901.: Caixa Postal 52.: Piracicaba – SP – CEP 13414-903.

Telephone: (55) 19- 2106 5332.: Fax (55) 19 - 21065218.

cristiano_300@hotmail.com

Resumo

INTRODUÇÃO: A determinação de diferenças morfológicas entre os ossos do esqueleto humano é um procedimento difícil e de interesse para as áreas da antropologia, medicina forense e imaginologia. O método morfométrico quantitativo pode ser empregado na verificação do dimorfismo morfológico, pois é de fácil reprodução e capaz de definir diferenças entre os gêneros humanos quando realizado por um avaliador experiente. O objetivo desse estudo foi verificar diferenças morfológicas do processo mastóide e morfométricas da área do triângulo mastóide entre os gêneros. **MATERIAL E**

MÉTODOS: Foram avaliados os processos mastóides de 215 (139 masculinos e 76 femininos) crânios humanos de brasileiros, com gênero, idade e etnia previamente identificada, pertencente à Universidade Federal de São Paulo. As mensurações do triângulo mastóide formado pelos pontos Pório (Po), Mastóide (Ms) e Astério (As), foram realizadas com auxílio de paquímetro digital, de acordo com o método de Kemkes & Göbel (2006). Os valores obtidos foram submetidos à análise estatística descritiva, cálculo do coeficiente de correlação Intra-classe (ICC) e test t student, com nível de significância de 5%, além da regressão logística múltipla, odds Ratio (OR), Mann-Whitney, ANOVA multivariada e teste de Tukey. **RESULTADOS:** Não houve diferença significativa da posição do processo mastóide entre os grupos étnicos e os gêneros ($p>0,05$), porém houve prevalência do gênero masculino sobre o feminino nas mensurações Po-Ms e As – Po.

Palavras-chaves: Antropologia Forense – Morfologia - Craniometria - Grupos Étnicos - Identidade de Gênero – Processo Mastóide.

Introdução

As diferenças morfológicas entre homens e mulheres são inúmeras e podem ser percebidas por meio de análises anatômica, biológica e/ou fisiológica. Essas diferenças evidenciadas na estrutura corporal e, mais especificamente na topografia do esqueleto, podem auxiliar na determinação do gênero já que o dimorfismo sexual se manifesta em alterações dimensionais de estruturas ósseas. O processo mastóide é uma estrutura cercada de outros elementos anatômicos úteis na determinação do gênero humano (Hsiao et al., 1996; Rogers, 2005).

A resistência mecânica do crânio tem sido relacionada com a força mastigatória, cujos estímulos mecânicos são necessários para manter a estrutura óssea. Embora o desenvolvimento biológico durante a morfogênese contribua para determinar o padrão morfológico da estrutura óssea (Lovejoy et al., 2003; Fukase & Suwa, 2008), a hipótese de que pouca atividade muscular diminua a transferência mecânica para o tecido craniofacial, reduzindo o volume da estrutura óssea (Gonzalez et al., 2005), é aceita como uma das explicações para as diferenças morfológicas apresentadas entre os gêneros.

Para a determinação de características individuais referentes ao gênero, idade, raça e estatura são utilizados alguns critérios, através de mensurações, tendo como referência pontos craniométricos. O crânio é peça fundamental na identificação humana, as formações anatômicas podem variar na espessura, largura, comprimento e diâmetro, devido às diferenças genéticas e faixas etárias em ambos os sexos (Cruz & Madeira, 2006).

A morfometria é um método de mensuração matemática das configurações e

formações de qualquer estrutura, por isso pode ser empregada em qualquer área da ciência. As áreas de medicina e à odontologia legal empregam a craniometria por ser um método rápido e eficiente na avaliação de características morfológicas do esqueleto humano possibilitando a determinação de grupos étnicos, gênero, idade, entre outros aspectos. Porém, as estruturas do esqueleto humano são suscetíveis à alterações provocadas por diferentes hábitos alimentares, variações temporais e regionais (Kaifu, 1997; Humphrey et al., 1999; Lieberman et al., 2004).

Algumas estruturas do esqueleto servem como referencia para métodos métricos e não métricos utilizados para definição do gênero humano em exames antropológicos e em casos de investigação médico-legal. Para tais procedimentos dá-se preferência às estruturas cranianas devido a variedade de estruturas que podem ser avaliadas e que apresentam conhecidas características com correlações sexuais e cronológicas (Iscan, 2001; Walrath, 2004; Harvati & Weaver, 2006; Franklin, & Cardini, 2007).

A área do triângulo mastóide (pório, astério e processo mastóide) foi utilizada por vários autores na verificação de diferenças morfológicas entre gêneros humanos com eficácia satisfatória para esse propósito (Paiva & Segre, 2003, Rogers 2005, Kemkes & Gobel, 2006).

Pesquisas que utilizaram estruturas anatômicas para a determinação do gênero consideram que o ideal é utilizar dados mensuráveis de uma única população, independente da idade, pois o padrão do dimorfismo sexual diverge entre populações devido à diferenças hormonal e influência ambiental (Haralabakis & Spyropoulou, 1990; Buck & Vijarsdóttir,

2004; Walker, 2005).

Tendo em vista a miscigenação racial da população brasileira, a proposta desse estudo foi verificar diferenças morfológicas do processo mastóide e morfométricas do triângulo mastóide entre os gêneros e raças de crânios humanos de brasileiros.

Material e Métodos

Foram avaliados 215 crânios (76 femininos e 139 masculinos), 92 da raça branca e 123 da negra, com faixa etária de 20 a 80 anos, de brasileiros adultos com gênero, idade e grupos étnicos previamente identificados, pertencentes ao Departamento de Morfologia Descritiva e Topográfica da Universidade Federal de São Paulo/SP.

Foram avaliados somente crânios inteiros, sendo excluídos os crânios de crianças, danificados, com alterações patológicas, sem identificação e de origem estrangeira. A área do triângulo mastóide do lado direito dos crânios foi mensurada com o auxílio de um paquímetro digital de 0.1 mm (JOMARCA®), em três ocasiões distintas, pelo mesmo examinador, com intervalo de duas semanas entre cada mensuração, para diminuir possíveis erros, de acordo com o teste de correlação intra-classe (ICC) para as mensurações craniométricas ($ICC > 0,9$; $p < 0,0001$).

Análise morfológica:

1º) Comprimento do Processo mastóide – Avaliação da presença de apoio do processo mastóide de perfil, sobre uma superfície plana.

2º) Inclinação do Processo mastóide – Avaliação da inclinação do processo mastóide (reto, medial ou lateral) numa vista posterior do crânio.

Morfometria

A medição da área do triângulo mastóide do osso temporal foi realizada de acordo com os critérios de Kemkes & Göbel (2006), baseado em três pontos craniométricos situados em uma área bidimensional do triângulo mastóide direito:

1º) Pório, ponto mais externo no teto do meato acústico externo, sobre uma vertical que passa pelo centro do meato.

2º) Mastóideo, ponto mais baixo (inferior) do ápice do processo mastóide.

3º) Astério, ponto de união entre a sutura lambdóidea (occipitomastóidea) e a sutura parietomastóidea. Essas medidas foram realizadas apenas no lado direito dos crânios, (Po – Ms), (Ast – Ms), e (Po – Ast).

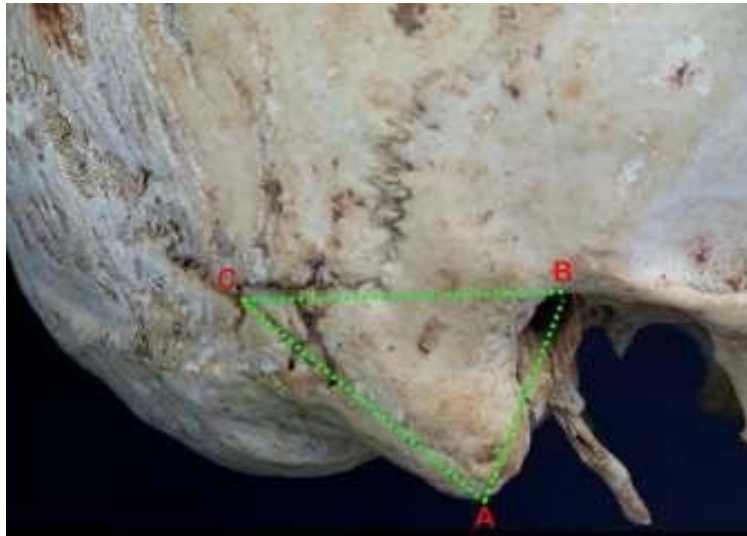


Figura 1. Vista lateral direita de um crânio humano brasileiro adulto com a delimitação da área do triângulo mastóide, definida pelo processo mastóide (ms) ponto (A), pório (po) ponto (B) e astério (ast) ponto (C).

P

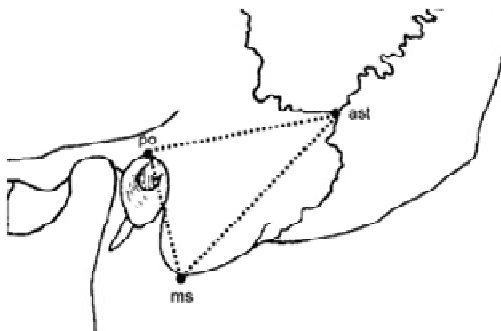


Figura 2. Vista lateral esquerda de um crânio delimitando a área do triângulo mastóide definida pelo o pório (po), processo mastóide (ms) e astério (ast), segundo Kemkes & Gobel (2006).



Figura 3. Vista lateral direita de um crânio humano de brasileiro adulto com a delimitação do apoio do processo mastóide de perfil, sobre uma superfície plana.

P

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise estatística descritiva (média \pm erro padrão), e o Intra-classe coeficiente (ICC), para maior fidedignidade das mensurações obtidas, teste de Qui-quadrado, Mann-Whitney, teste t student, ANOVA multivariada e teste de Tukey com nível de significância de 5%, análise de regressão logística e odds Ratio (OR) para a área do triângulo mastóide com o auxílio do programa Bioestat 5.0 (Fundação Mamirauá, Belém, PA).

Resultados

O teste de correlação intraclasse (ICC) para as mensurações do triângulo mastóide apresentou replicabilidade excelente ($ICC > 0,9$; $p < 0,0001$) para todas as mensurações, o que significa que as mensurações realizadas pelo operador foram reprodutíveis e confiáveis.

A Figura 4 mostra a distribuição dos 215 crânios segundo o gênero, grupo étnico, direção e apoio do processo mastóide.

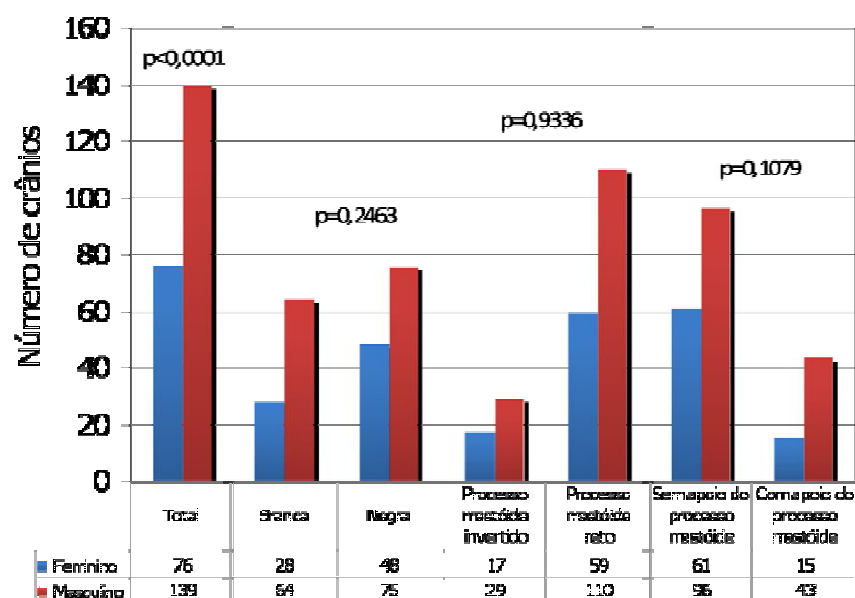


Figura 4. Distribuição dos crânios estudados de acordo com vários parâmetros.

Resultados das análises morfométricas demonstrou predominância significativa de crânios masculinos (64,7%) em relação aos femininos ($p < 0,05$), (Figura 4).

Não houve diferença estatisticamente significante entre os grupos étnicos, posição ou apoio do processo mastóide, dentro de cada gênero ($p > 0,05$).

A distribuição da idade dos crânios em função do gênero revelou diferenças estatisticamente significativa (Mann-Whitney, $p = 0,0233$) entre os crânios masculinos ($41,8 \pm 12,6$ anos), mais velhos que os femininos ($39,7 \pm 18,1$ anos).

A tabela 1 apresenta as mensurações (média \pm erro padrão) do pório-mastóide (Po-Ms), pório-astério (Po-Ast), astério-mastóide (Ast-Ms), obtidas em função do gênero, grupo étnico, posição e apoio do processo mastóide de acordo com seu tamanho (morfologia).

TABELA 1. Mensurações (\pm erro padrão) em milímetros do Po-Ms, Po-Ast, Ast-Ms, de acordo com vários fatores.

Aspecto	Po-Ms	Po-Ast	Ast-Ms
Gênero feminino (n= 76)	29,4 ($\pm 0,38$)	47,5 ($\pm 0,42$)	49,0 ($\pm 0,57$)
Gênero masculino (n= 139)	32,3 ($\pm 0,39$)	49,1 ($\pm 0,38$)	51,2 ($\pm 0,48$)
valor de p	0,000	0,028	0,023
*Raça - branca (n= 92)	31,1 ($\pm 0,51$)	48,2 ($\pm 0,47$)	50,1 ($\pm 0,48$)
Raça - negra (n= 123)	31,4 ($\pm 0,37$)	48,7 ($\pm 0,37$)	50,7 ($\pm 0,55$)
valor de p	0,440	0,437	0,683
*Proc. Mastóide Invertido (n= 46)	31,1 ($\pm 0,51$)	49,1 ($\pm 0,65$)	50,9 ($\pm 0,97$)
Proc. Mastóide Reto (n= 169)	31,4 ($\pm 0,36$)	48,4 ($\pm 0,33$)	50,3 ($\pm 0,40$)
valor de p	0,939	0,790	0,973
*Proc. Mastóide (altura) sem apoio (n= 157)	30,4 ($\pm 0,32$)	48,3 ($\pm 0,33$)	50,0 ($\pm 0,40$)
Proc. Mastóide (altura) com apoio (n= 58)	33,6 ($\pm 0,63$)	49,0 ($\pm 0,61$)	51,7 ($\pm 0,85$)
valor de p	0,001	0,597	0,461

*Mensurações comparadas entre os gêneros.

Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos étnicos e posição ou apoio do processo mastóide, dentro de cada gênero (Qui-Quadrado, $p > 0,05$).

A análise estatística do tipo ANOVA multivariada e teste de Tukey revelou que o

gênero influenciou todas as mensurações ($p < 0,05$), com os valores dos crânios masculinos maiores do que os femininos. Em todos os crânios analisados, de ambos os gêneros, nenhuma das mensurações foi influenciada pela posição do processo mastóide ($p > 0,05$), a exceção da mensuração “Pório/Mastóide”, que foi maior nos crânios “com apoio do processo mastóide” ($p < 0,05$). Para determinar a dependência das variáveis Po-Ms, Po-Ast e Ast-Ms em relação ao gênero e raça foram calculados a regressão logística múltipla. As Tabelas 1 e 2 mostram os resultados obtidos nessas análises. A distribuição das idades dos crânios em função do gênero revelou diferenças estatisticamente significativas (Mann-Whitney, $p = 0,0233$) entre a idade dos crânios masculinas ($41,8 \pm 12,6$ anos), mais velhos e femininas ($39,7 \pm 18,1$ anos), mais novos.

Tabela 2. Regressão logística múltipla considerando as variáveis Po-Ms, Po-Ast e Ast-Ms, em relação ao gênero, grupo étnico e idade.

Variáveis	Fatores	p-valor	odds ratio	IC 95%
Po-Ms	Gênero	0,1229	1,6305	0,88 a 3,03
	Raça	0,4168	1,3323	0,67 a 2,66
	Idade	< 0,0001	1,2278	1,12 a 1,34
Po-Ast	Gênero	0,158	1,5371	0,85 a 2,79
	Raça	0,1052	1,7234	0,89 a 3,33
	Idade	0,0055	1,1036	1,03 a 1,18
Ast-Ms	Gênero	0,1705	1,5165	0,84 a 2,75
	Raça	0,1371	1,6462	0,85 a 3,18
	Idade	0,0035	1,0858	1,03 a 1,15

Pório (po); Astério (ast); Mastóide (mast).

Os resultados apresentados nas Tabelas 1 e 2 demonstram, no conjunto, que as

variáveis em estudo não foram influenciadas pelo gênero e raça ($p > 0,05$). A idade apresentou alguma influência sobre algumas daquelas variáveis ($p < 0,05$), entretanto, a relação foi muito pequena (Odds ratio $< 2,0$).

Discussão

Os mecanismos responsáveis pelas alterações morfológicas entre cada raça e/ou população mundial ainda não estão bem esclarecidos. O povo brasileiro não apresenta perfil morfológico definido na literatura devido, principalmente, à ocorrência de êxodos e cruzamentos de seres de diferentes etnias, que é um fato inevitável em um país com tamanha dimensão.

Nestes casos há sempre dificuldade em se distinguir e afirmar com exatidão o que pode levar às alterações morfológicas nos crânios de tais populações. Para Slaus et al. (2004), os fatores que provêm de processos exógenos também podem contribuir para tais modificações, como alterações temporárias causadas por mudança cultural, adaptação ambiental, mistura de etnias, hábitos físicos, consumo de substância tóxica e a ingestão excessiva de bebida alcoólica. Tudo isto resulta na hipoatividade osteoblástica no metabolismo da síntese da massa óssea e simultaneamente diminui a densidade do mineral ósseo, embora Slaus et al. (2004) afirmem que a mudança cultural e a adaptação ambiental não sejam fatores satisfatoriamente bem esclarecidos para determinar a variação morfológica do crânio.

No início da década, Paiva & Segre (2003) investigaram a área do triângulo mastóide em crânios de brasileiros por meio do método craniométrico xerocopiado, cujos resultados foram maiores nos homens que nas mulheres. Embora controverso, o método parece ser empregado com auspícios por alguns pesquisadores, visto que o crânio apresenta morfologia multivariada, principalmente quando analisamos populações suscetíveis a

grande miscigenação, como a população brasileira.

Segundo as análises de Kemkes & Göbel (2006), a área do triângulo mastóide é altamente questionada quando se utiliza o crânio isoladamente, pois os dados podem ser inconclusivos, mas é positiva para populações devido à variabilidade da área apresentada por essa medida. Para VanVark & Schaafoma (1992) asseveram que análises visuais em estruturas morfológicas cranianas congêneres demonstram um índice de 85% exatidão, principalmente na processo mastóide, glabella, do arco superciliar, protuberância occipital externa e arco zigomático.

Mesmo diante das restrições destacadas por alguns pesquisadores, os resultados das mensurações possibilitam comparações entre os valores obtidos nesse estudo e os de outros autores, sem divergência, devido à similaridade entre os pontos de referência utilizados nas mensurações. Outro importante aspecto destacado por Veyre-Goulet et al. (2008), é a experiência do operador na realização de medidas morfométricas que possam ser comparadas a outras de diferentes nações. A equipe que conduziu esse estudo já realizou outros estudos morfométricos em mandíbulas e ossos do crânio (Prado & Caria, 2007).

A região do processo mastóide apresenta certa assimetria na forma, mesmo que mínima, podendo tornar-se severa em alguns casos, por que possuir diversas estruturas de tecido mole capazes de provocar variações látero-laterais, exacerbando sua assimetria (Enlow & Harvold, 2006). Um outro aspecto que deve ser considerado é o mecanismo de tração óssea que ocorre durante a contração muscular, que pode determinar um processo mastóide

medial, lateral ou reto e com ou sem apoio, no entanto esses aspectos não foram suficientes para determinar diferenças entre os gêneros e raças na população avaliada .

Os resultados indicaram diferenças entre os sexos, com predomínio de crânios masculinos (64,7%) em relação às femininos (Qui-Quadrado, $p < 0,05$), entretanto, não houve diferença estatisticamente significativa entre raça e comprimento do processo mastóide ($p > 0,05$), dentro de cada gênero, quando comparado com os valores da área do triângulo mastóide. Por outro lado, as análises do tipo ANOVA multivariada e teste de Tukey revelaram que o sexo influenciou todas as mensurações ($p < 0,05$). Em todos os casos onde houve diferença estatística, os valores provenientes dos crânios masculinos foram maiores do que os femininos, mas tal aspecto não pode ser atribuído ao predomínio da amostra masculina sobre a feminina, mas sim à robustez do crânio masculino sobre o feminino, já destacados por autores como Iscan & Steyn (1999); Enlow & Has (2006).

Estudos realizados por Giles & Elliot (1963); Hsiao et al. (1996); Rogers (2005) apresentaram resultados semelhantes aos deste estudo referente à forma e o tamanho do processo mastóide, pelo fato de não serem elementos confiáveis para se determinar o gênero em crânios humanos. Por outro lado, Uytterschaut (1986); Wood & Lynch (1996) asseveraram que o tamanho do processo mastóide apresenta forte influência nas diferenças entre os gêneros no conjunto da morfologia craniofacial. Essa diferença de opinião pode estar relacionada com o biótipo de cada população analisada ou com outros fatores secundários como hábitos alimentares, atividades mastigatórias e fatores climáticos, descrito por Graber (1988); Rani (1993); Günay & Altinkök (2000); Prado & Caria (2007).

Os valores obtidos na medida pório–mastóideo deste estudo foi maior no sexo masculino ($32,3 \pm 0,39$) que no feminino ($29,4 \pm 0,38$); quando comparamos esses valores com os dados obtidos por Kemkes & Göbel (2006), em crânios de alemães e portugueses, também houve diferença entre os gêneros, mas os valores dos crânios portugueses masculinos (31.5) foram mais próximos aos deste estudo, com discreta diferença para os alemães masculinos (30.9), enquanto que os valores femininos se assemelharam aos das alemãs femininos (28.9) e depois com a das portuguesas femininas (28.4).

Os resultados morfométricos de Kemkes & Göbel (2006), não apresentaram diferenças estaticamente significativas quando correlacionados com os resultados deste estudo, houve algumas variações, porém não significativas. Além disso, dentre as mensurações realizadas, somente a idade obteve alguma influência ($p < 0,05$) sobre algumas das variáveis em função do gênero. Entretanto, os valores aproximados da medida pório–mastóideo encontradas nesse estudo e os de crânios portugueses do estudo de Kemkes & Göbel (2006), é um resultado que confirma a sua confiabilidade em virtude da macissa presença de descendentes de portugueses na população brasileira desde o seu descobrimento.

Com relação à medida mastóideo–astério deste estudo, houve diferença no tamanho entre o masculino ($51,2 \pm 0,48$) e o feminino ($49,0 \pm 0,57$); esses valores quando comparados com o estudo de Kemkes & Göbel (2006), também apresentaram diferenças entre os gêneros, onde os valores dos crânios alemães masculinos (50.5) foram mais próximos aos deste estudo, enquanto que os valores femininos apresentam diferenças

significativas das alemãs femininas (47.7) e depois para as portuguesas femininas (45.8).

Já com relação à medida pório-astério, também houve diferença no tamanho entre o masculino ($49,1 \pm 0,38$) e o feminino ($47,5 \pm 0,42$); entretanto foi observada diferença entre os gêneros, quando comparados com dos referidos autores, também ocorrendo diferença de valores entre os gêneros, mas os valores dos crânios alemães masculinos (48.6) foram mais próximos aos deste estudo, com discreta diferença para os portugueses masculinos (47.7), enquanto que os valores femininos se assemelharam aos das alemãs femininas (46.3) e depois com a das portuguesas femininas (45.1). Talvez a diferença possa ser explicada pelo critério morfométrico ou pela peculiar amostragem, que foi de 139 crânios masculinos entre os gêneros e dos femininos foram de 76 crânios e negros e brancos.

Os resultados mostram que a área do triangulo mastóide não foi influenciada pelo gênero ($p > 0,05$), etnia ou pela morfologia do processo mastóide. Não descartamos a possibilidade de a idade influenciar algumas das medidas, embora a relação tenha sido muito pequena (Odds ratio $< 2,0$). Para Preedy et al. (1991), o processo de envelhecimento das matrizes orgânicas e inorgânicas, é o resultado da hipoatividade osteoblástica no metabolismo da síntese da massa óssea e simultaneamente diminui a densidade do mineral ósseo, aspecto que possa relacionar a variação de distribuição dos valores entre as amostras cranianas deste estudo, pois houve diferença estatisticamente significativa (Mann-Whitney, $p = 0,0233$) entre a idade dos crânios masculinos ($41,8 \pm 12,6$ anos) e femininos ($39,7 \pm 18,1$ anos), sendo os primeiros mais velhas do que os segundos.

Para Avci et al. (2003), as diferenças na área do triângulo mastóide podem ter levado a uma redução nas diferenças entre os gêneros e podem estar associadas com o ponto astério. Essa diferença pode ser explicada pelo critério de mensuração ou pela limitada amostra de dez crânios do estudo de Avci et al. (2003), pois quanto maior a amostra mais confiáveis os índices.

Segundo Stripairojkul & Adultrakoon (2000); Ucerler & Govsa (2006) afirmam que na existência de ossos supra-numerários (osso sutural) a posição do ponto astério pode variar 87%, assim como as referências de dois outros pontos anatômicos: a borda externa do arco zigomático e a crista supra-mastóidea do osso temporal, que podem ser localizadas ao longo da região supra-tentorial da dura mater de ambos os lados. No entanto, Lieberman et al. (1996) asseveram que essas deformidades do astério talvez estejam associadas com assimetrias e formação prematura da fusão excêntrica das suturas cranianas. O crescimento prematuro pode alterar a forma do crânio, modificando os resultados morfométricos de origem dos gêneros.

Para Giles & Elliot (1962), diferenças nas dimensões cranianas entre grupos étnicos são uma modificação possível com o passar dos séculos. Sob esse ponto de vista, as amostras desse estudo foram invariáveis, talvez por causa da miscigenação entre as raças brancas e negras comum na população brasileira cujas mensurações não apresentaram predomínio aparente. Aspecto importante foi destacado por Gattás et al. (2004) sobre a origem da etnia, que deve ser considerada com precaução devido às análises realizadas por diferentes métodos existentes, especialmente em países onde ocorre a intensa miscigenação

da população, como a brasileira.

De acordo com Slaus et al. (2004), a plasticidade na mudança cultural e adaptação ambiental não são fatores constituintes satisfatórios bem esclarecidos para a variação morfológica do crânio. Mohammad et al. (2007) acreditam que a variação da forma do crânio tem uma forte influência ligada à herança de diferentes etnias, em certas regiões geográficas e que o fator ambiental apresenta efeitos secundários. O estudo realizado por Barbuji & Sokal (1990) reforça que se têm concentrado e demonstrado fortes indícios na conexão genética por meio da morfologia do crânio na população europeia. Os resultados desse estudo encontraram respaldo nos elementos destacados pelos estudos mencionados já que não foram encontradas diferenças significativas nos aspectos avaliados, cujas mudanças ambientais e miscigenação racial com raças europeias são características típicas dos habitantes brasileiros.

Costa (2001) assevera que em poucos países no mundo ocorreu ou vem ocorrendo uma vasta interação de diferentes grupos étnicos como no Brasil. A população brasileira foi formada a partir de três grupos fundamentais: o branco europeu, o negro africano e o ameríndio que habitava o solo brasileiro antes da chegada dos portugueses. Os africanos foram trazidos pelos portugueses nos séculos XVII e XVIII e depois chegaram os europeus e asiáticos no final do século XIX, proporcionando a mistura de raças por mais de dois séculos. Atualmente a população brasileira é de maioria branca, mas acredita-se que em poucas décadas a população de origem negra e mestiça superará a população branca (IBGE, 2001) o que pode implicar em possíveis modificações na morfologia crânio-facial.

Schwarcz (1994) justifica que é obviamente importante compreender a extensão e o padrão de variação entre as populações, uma vez que este contexto de diversidade representa um modelo para o novo mundo no conjunto de habitantes de uma nação.

Conclusões

Não houve diferença morfológica do processo mastóide entre os gêneros avaliados, mas houve diferença morfométrica do triângulo mastóide entre os gêneros e etnias.

Referências Bibliográficas

1. Avci E, Kocaogullar Y, Fossett D, Caputy A. Lateral posterior fossa venous sinus relationships to surface landmarks. *Surg Neurol* (2003);59: 392–7; discussion 397.
2. Barbujani F, Sokal RR. Zones of sharp genetic change in Europe are also linguistic boundaries. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1990;87:1816-9.
3. Bishara SE, Treder JE, Jakobsen JR. Facial and dental changes in adulthood. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;106:175-86.
4. Buck TJ, Vijarsdóttir US. A proposed method for the identification of race in sub-adult skeletons: a geometric morphometric analysis of mandibular morphology. *J Forensic Sci* 49:1159–64 2004.
5. Christensen AM. The impact of Daubert: implications for testimony and research in forensic anthropology (and the use of frontal sinuses in personal identification). *J Forensic Sci*;49 (3):1–4. 2004.
6. Costa Sérgio Miscegenation and its contraries: ethnicity and nationality in contemporary Brazil. *Tempo soc.* v. 13 n. 1 São Paulo maio 2001.
7. Cruz Rizzolo R. J, Madeira M. C. *Anatomia Facial com fundamentos de anatomia sistêmica geral*. São Paulo Savier, 3ª ed. 2006.
8. Duric Marija Rakocevic, Zoran Donic, Danijela The reliability of sex determination of skeletons from forensic context in the Balkans. *Forensic Science International* 147 2005 159–164.
9. Duthie John, Bharwani Daulatkhanu, Tallents Ross H. Bellohusen Ronald,

Fishman Leonard Longitudinal study of normal asymmetric mandibular growth and its relationship to skeletal maturation. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics August 2007

10. Enlow Donald H., Har G. Mark. Noções básicas sobre crescimento facial. Editora Santos Ed. acesso 2006 Jan. 01. Disponível em: <http://www.relativa.com.br/livros>.
11. Franklin D, Cardini A. Mandibular Morphology as an Indicator of Human Subadult Age: Interlandmark Approaches. J Forensic Sci, September Vol. 52, No. 5 doi: 10.1111/j.1556-4029.00522.2007.
12. Franklin D, Freedman L, Milne N, Oxnard C. E. Geometric Morphometric Study of Population Variation in Indigenous Southern African Crania. American Journal of Human Biology 19:20–33 VVC 2007
13. Fukase Hitoshi, Suwa, Gen Growth-Related Changes in Prehistoric Jomon and Modern Japanese Mandibles with Emphasis on Cortical Bone Distribution. American Journal of Physical Anthropology 136:441–454 (2008).
14. Gattás G.J.F., Kato M, Soares-Vieira J.A, Siraque M.S, Kohler P. Gomes L. Rego M.A.V. Bydlowski S.P. Ethnicity and glutathione S-transferase (GSTM1/GSTT1) polymorphisms in a Brazilian population. Braz J Med Biol Res, April 2004, Volume 37(4) 451-458.
15. Giles E, Elliott O. Sex determination by discriminant function analysis of crania. Am J Phys Anthropol 21:53–68 1963.
16. Giles E, Elliot O. Race identification from cranial measurements. J Forensic Sci 7:147–157 1962.

17. Gill GW, Rhine S. Skeletal attribution of race: methods for forensic anthropology. Anthropological Papers No. 4. Maxwell Museum of Anthropology, Albuquerque (eds) 1990.
18. Gonzalez José R, Ramírez Rozzi F, Sardi M Martínez-Abadías N Hernández M Pucciarelli H M. Functional-Cranial Approach to the Influence of Economic Strategy on Skull Morphology. American Journal of Physical Anthropology 128:757–771 2005.
19. Graber T.M. Orthodontics Principles and Practice third ed., W.B. Saunder's Company, Philadelphia, pp. 40–50 1988.
20. Günay Y, Altinkök M. The value of the size of foramen magnum in sex determination. J Clin Forensic Med 7:147–149 2000.
21. Haralabakis NB, Spyropoulou MN. Factors affecting human growth. Odontostomatol Proodos 44:167–77 1990.
22. Harvati Katerina, Weaver Timothy D. Human Cranial Anatomy and the Differential Preservation of Population History and Climate Signatures. The Anatomical record part a 288a: 1225–1233 2006.
23. Herrera Catalina CJ. Study of the anatomic metric values of the foramen magnum and its relation to sex. Acta Anat (Basel) 130(4):344-7 1987.
24. Howells WW. Multivariate analysis for the identification of race from crania In: Stewart TD (ed) Personal identification in mass disasters. National Museum of Natural History, Washington DC, pp 111–122 1970.
25. Hsiao TH, Chang HP Liu KM. Sex determination by discriminant function

- analysis of lateral radiographic cephalometry. *J Forensic Sci* 41: 792–5 1996.
26. Iscan M.Y. Global forensic anthropology in the 21st century. *Forensic Sci. Int.* 117 1–6 2001.
 27. Iscan M Yasar, Steyn M. Craniometric determination of population affinity in South Africans. *Int J Legal Med* 1999 112 :91–97.
 28. Kaifu Y. Changes in mandibular morphology from the Yomon to modern periods in eastern Japan. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 104(2): 227–243, 1997.
 29. Kemkes A, Gobel T. Metric Assessment of the “Mastoid Triangle” Sex Determination: A Validation Study. *J Forensic Sci*, Vol. 51, No. 5doi:10.1111/j.1556-4029.00232.x. 2006.
 30. Lahr M.M. The Evolution of Modern Human Diversity. A Study of Cranial Variation Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1996.
 31. Lieberman D.E, Krovitz G.E, Yates F.W, Devlin M, St Claire M. Effects of foods processing on masticatory strain and craniofacial growth. in a retrognathic face. *J. Hum. Evol.*, 46(6): 655-677, 2004.
 32. Lieberman D. E, Wood B. A, Pilbeam D. R. Homoplasy and early Homo: an analysis of the evolutionary relationships of *H. habilis sensu stricto* and *H. rudolfensis*. *J. hum. Evol.* 30, 97–120 1996.
 33. Lordkipanidze david, Vekua A. Ferring, R, Rightmire, G Philip, Zollikofer christoph P.E, Ponce de León, M., s., Agusti, J. kiladze, G., Mouskhelishvili A, Medea nioradze, tappen, M. A Fourth Hominin Skull From Dmanisi, Geórgia. *The Anatomical*

Record Part. A 288A:1146–1157 2006.

34. Loth Susan R, Henneberg Maciej. Mandibular Ramus Flexure: A New Morphologic Indicator of Sexual Dimorphism in the Human Skeleton. *American Journal of Physical Anthropology* 99:473–485 1996.

35. Lovejoy CO, McCollum MA, Reno PL, Rosenman BA. Developmental biology and human evolution. *Annu Rev Anthropol* 32:85–109 2003.

36. Mohammad Jafar Golalipour, Mehrdad Jahanshahi, Kamran Haidari. Morphological Evaluation of Head in Turkmen Males in Gorgan-North of Iran. *Int. J. Morphol.* v. 25 n. 1 Temuco mar. 2007.

37. Paiva L.A.S, Segre M. Sexing the human skull through the mastoid process. Department of Legal Medicine, Medical Ethics, Social and Occupational Medicine, Hospital das Clínicas, Faculty of Medicine, University of São Paulo, 2003

38. Prado, Felipe Bevilacqua, Caria, Paulo Henrique Ferreira Comparaciones Morfológicas Entre las Mandíbulas de Brasileños y de Poblaciones de Otros Continentes. *Int J. Morphol*, 25(2):323-327, 2007.

39. Preedy V.R, Baldwin D.R, Keating J.W, Salisbury J.R. Bone collagen, mineral and trace element composition, histomorphometry and urinary hydroxyproline excretion in chronically treated alcohol-fed rats. *Alcohol Alcoholism* 26 39–46 1991.

40. Rae T. C. The logical basis for the use of continuous characters in phylogenetic systematics. *Cladistics* 14, 221–228 1998.

41. Rogers TL. Determining the sex of human remains through cranial morphology. *J*

Forensic Sci. May; 50 (3) 493-500 2005.

42. Rani M.S. Synopsis of Orthodontics A.I.T.B.S. Publishers and Distributors, Delhi, pp. 52–57 1993.

43. Schwarcz Lilia Moritz Spectacle of miscegenation. Estud. av. v. 8 n. 20 São Paulo jan./abr. 1994.

44. Slaus Mario, Tomicic Zeljko, Uglesic Ante, Juric Radomir. Craniometric Relationships among Medieval Central European Populations: Implications for Croat Migration and Expansion. 2004.

45. Sripairojkul B, Adultrakoon A. Anatomical position of the asterion and its underlying structure. Department of Surgery, Faculty of Medicine, Prince of Songkla University, Thailand 2000.

46. Tadej G, Engstrom C, Borrman H, Christiansen EL. Mandibular condyle morphology in relation to malocclusions in children. Angle Orthod 1989;59:187.

47. Ucerler H, Govsa F. Asterion as a surgical landmark for lateral cranial base approaches. Department of Anatomy, Faculty of Medicine, Ege University, Izmir, Turkey 2006.

48. Uytterschaut HT. Sexual dimorphism in human skulls. A comparison of sexual dimorphism in different populations. Hum Evol 1:243–250 1986.

49. VanVark G, Schaafoma W. Advances in the quantitative analysis of skeletal morphology. In: Sanders S, Katzenberg M, editors. Skeletal biology of past peoples: research methods. New York: Wiley and Liss. P 225–257 1992.

50. Veyre-Goulet SA, Mercier C, Robin O, Guérin C. Recent Human Sexual Dimorphism Study Using Cephalometric Plots on Lateral Teleradiography and Discriminant Function Analysis. View UFR d'Odontologie, Université Claude Bernard Lyon 1, France. J Forensic Sci. 2008 Jul;53(4):786-9.sophieveyre@hotmail.com.
51. Walker PL. Greater sciatic notch morphology: sex, age and population differences. Am J Phys Anthropol 127:385–91 2005.
52. Walrath Dana E, Turner Paul, Bruzek Jaroslav. Reliability Test of the Visual Assessment of Cranial Traits for Sex Determination. American Journal of Physical Anthropology 125:132–137 2004.

4 CAPÍTULO 3

Título:

“AVALIAÇÃO MORFOMÉTRICA DO FORAME MAGNO EM CRÂNIOS HUMANOS BRAISLEIROS: SUA RELAÇÃO COM O GÊNERO.”

Title:

“MORPHOMETRIC ANALYSIS OF THE FORAMEN MAGNUM IN BRAZILIANS HUMAN SKULLS: ITS RELATION TO GENDER.” (anexo1).*

Autores:

Cristiano Manoel (Mestrando do Programa de Pós-graduação em Biologia Buco-Dental, área de concentração Anatomia da FOP/UNICAMP).

Felippe Bevilacqua Prado (Mestrando do Programa de Pós-graduação em Biologia Buco-Dental, área de concentração Anatomia da FOP/UNICAMP).

Prof. Dr. Paulo Henrique Ferreira Caria (Professor do Departamento de Morfologia da FOP/UNICAMP)

Prof. Dr. Francisco Carlos Groppo (Professor do Departamento de Farmacologia e Anestesiologia da FOP/UNICAMP)

*Submetido para Brazilian Journal of Morphological Science (Anexo 1)

AVALIAÇÃO MORFOMÉTRICA DO FORAME MAGNO EM CRÂNIOS
HUMANDOS BRASILEIROS: SUA RELAÇÃO COM O GÊNERO.

MORPHOMETRIC ANALYSIS OF THE FORAMEN MAGNUM IN BRAZILIANS
HUMAN SKULLS: ITS RELATION TO GENDER.

Cristiano Manoel ^a, Felipe Bevilacqua Prado ^a, Paulo Henrique Ferreira Caria ^a. Francisco Carlos Groppo ^b

^a Department of Morphology, Piracicaba Dental School, State University of Campinas, Piracicaba, Brazil.

^b Department of Pharmacology and Anesthesiology, Piracicaba Dental School, State University of Campinas, Piracicaba, Brazil.

Correspondent author:

Cristiano Manoel

Piracicaba Dental School – State University of Campinas – FOP/UNICAMP.

Department of Morphology – Anatomy Area.

Av. Limeira, 901.: Caixa Postal 52.: Piracicaba – SP – CEP 13414-903.

Telephone: (55) 19- 2106 5332.: Fax (55) 19 - 21065218.

cristiano_300@hotmail.com

Resumo

INTRODUÇÃO: Métodos de identificação humana, realizados por meio de mensurações craniométricas podem possibilitar o reconhecimento de um indivíduo em qualquer parte do mundo. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia do método morfométrico linear aplicado no forame magno de crânios humanos adultos na verificação de características morfológicas suficientes para a determinação do gênero em crânios de brasileiros. **MATERIAL E MÉTODOS:** Com o auxílio de um paquímetro digital, foram realizadas três mensurações não consecutivas do forame magno de 215 crânios humanos, pertencentes ao Departamento de Morfologia Descritiva e Topográfica da Universidade Federal de São Paulo. As medidas do comprimento e a largura do forame magno foram realizadas de acordo com a metodologia definido por Günay & Altinkök (2000). Os dados foram submetidos aos testes intraclass correlation coefficient e test t Student, com nível de significância de 5% para ambos. **RESULTADOS:** Não foram observadas diferenças significativas (Qui-Quadrado, $p>0,05$) entre os grupos étnicos, dentro de cada gênero. A análise estatística (ANOVA e Tukey test) revelou que o gênero influenciou na largura do forame magno, masculino ($30,3\pm0,20$) maior que o feminino ($29,4\pm0,23$), mas não o seu comprimento ($p<0,05$). **CONCLUSÃO:** O método morfométrico linear do forame magno (largura) foi capaz de determinar diferenças morfométricas entre os gêneros e se utilizado em conjunto com outras técnicas antropológicas pode contribuir para a determinação do gênero de indivíduos desconhecidos.

Palavras-chaves: Forame magno. Crânio. Identificação Humana.

Introdução

As diferenças morfológicas entre crânios de diferentes gêneros são determinadas principalmente por fatores genéticos, bem mais do que nutricionais, hormonais ou musculares Günay & Altinkök (2000). Assim, a determinação do gênero em crânios humanos é baseada em diferenças morfológicas, principalmente no tamanho e robustez de certas estruturas Krogman (1978); Wahl & Graw (2001); Rösing et al (2007), que podem ser características de cada população e influenciadas por fatores genéticos, ambientais e socioeconômicos Saunders & Yang (1999).

Para Adams et al. (2004) asseveram que as técnicas morfométricas geométricas empregadas na literatura científica têm demonstrado um forte interesse em verificar as variações por meio de avaliação do crânio humano entre diferentes populações. Os variados fatores capazes de provocar alterações morfológicas no esqueleto humano têm despertado interesses no meio científico. O emprego de métodos precisos que identifiquem as diferenças entre os gêneros humanos para posteriormente compreender suas modificações são os atuais desafios enfrentados pelos pesquisadores.

Gapert et al. (2008) afirmaram que a base do crânio é revestida por uma volumosa massa tecidual que preserva a área do forame magno, principalmente na posição ortostática. O forame magno tem sido estudado morfometricamente para auxiliar na determinação do gênero quando há o comprometimento de outras partes do esqueleto causado por traumas, incêndios, explosões ou severas destruições. É um estudo útil, uma vez que o dimorfismo do gênero está quase sempre presente.

As mensurações dos ossos do esqueleto, principalmente do neurocrânio e viscerocrânio, sofrem influências de vários fatores. Entretanto são freqüentemente utilizadas para estudos morfológicos de populações humanas e para estimarem a idade, estatura, etnia, aspectos esses importantes para a investigação de casos medicolegais e exames antropológicos de indivíduos desconhecidos Iscan (2001); Harvati & Weaver (2006).

Estudos recentes relatam que a morfometria é um método rápido e eficiente para a avaliação de características morfológicas, tais como aspectos relativos a grupo étnico, gênero, idade, fatores genéticos, hábitos alimentares, variações temporais e regionais, que podem modificar a forma e o tamanho das estruturas ósseas. Tais aspectos são de significativa importância na determinação de alterações antropométricas entre diferentes populações e gêneros Kaifu (1997); Humphrey et al. (1999); Lieberman et al. (2004); Prado & Caria (2007). Estudos experimentais mostram que a dieta alimentar pode contribuir para a modificação na consistência da densidade e da espessura óssea cortical da mandíbula Bresin et al. (1999).

Iscan & Steyn (1999) usaram a análise discriminante, por meio de mensurações mandibulares e cranianas para determinar grupos étnicos. Encontraram uma concordância de 95,5% para os crânios masculinos negros e 83,0% para os brancos, no sexo feminino houve acerto de 97,7% entre as negras e 76,0% entre as brancas. As análises de dimensões cranianas entre africanos, europeus e americanos revelam diferenças morfológicas Morris (1994).

Muitas estruturas esqueléticas craniofaciais são danificadas após acidentes aéreos, desastres em massa, fogo, explosões ou mesmo traumatismos resultantes de violência, o que torna difícil a determinação do gênero e a consequente identificação. Assim, a base do crânio, mais propriamente a base do osso occipital, protegida por grande quantidade de tecidos moles e pela própria posição ortostática, é útil nesses casos Wahl & Graw (2001).

Herrera (1987); Günay & Altinkök (2000); Muthukumar et al. (2005) utilizaram mensurações morfométricas lineares do forame magno como critério para a determinação do gênero, sendo este maior em homens ($909.91 \pm 126.02 \text{ mm}^2$) que nas mulheres ($819.01 \pm 117.24 \text{ mm}^2$). Gapert et al. (2008), também avaliaram morfometricamente o forame magno do crânio de adultos ingleses do século dezenove, demonstrando diferenças significativas entre homens e mulheres, com classificação correta de 70 % dos crânios do gênero masculino e 69.7% do feminino pela função discriminante e 76% dos crânios masculinos e 70% dos femininos pela regressão linear. Esse estudo confirmou a importância dessa região para a identificação do gênero.

Tendo em vista a grande miscigenação racial da população brasileira esse estudo teve como propósito avaliar se o método morfométrico linear aplicado no forame magno de crânios humanos adultos de brasileiros seria suficiente para diferenciar os gêneros.

Material e Métodos

Foram avaliados 215 crânios (76 do gênero feminino e 139 do gênero masculino), 92 da raça branca e 123 da negra, 136 dentadas e 79 desdentadas, de faixa etária entre 20 e 80 anos, pertencentes ao Departamento de Morfologia Descritiva e Topográfica da Universidade Federal de São Paulo. Os crânios avaliados apresentaram a seguinte distribuição de faixa etária: feminina negra; 20 a 28 anos (25.6); 30 a 39 anos (32.5); 40 a 46 anos (43.4); 50 a 53 anos (51.5); 60 a 65 anos (51.5); 77 a 79 anos (78); masculino negro; 21 a 28 anos (24.5); 30 a 39 anos (33.3); 40 a 49 anos (43.6); 50 a 56 anos (51.8); 60 a 64 anos (60.8); 70 anos (70); feminina branca; 20 a 28 anos (25.6); 30 a 39 anos (34.9); 40 a 46 anos (43.4); 50 a 53 anos (51.5); 60 a 65 anos (61.6); 77 a 79 anos (78); masculino branco; 20 a 29 anos (24.8); 30 a 39 anos (34.1); 40 a 49 anos (43.3); 50 a 58 anos (52.5); 60 a 66 anos (62); 70 a 75 anos (72.5).

Dentre os 510 crânios do acervo, somente 215 foram avaliados devido aos critérios de exclusão utilizados neste estudo. Foram analisados somente crânios de brasileiros adultos, em bom estado de conservação cujo gênero, idade e grupo étnico estavam perfeitamente identificados em livros de registro próprios para este fim. Foram excluídos os crânios de crianças, danificados, com alterações patológicas, incompletos, sem identificação, seccionados sagital, coronal ou transversalmente e de origem étnica diferente da brasileira.

As mensurações craniométricas (comprimento e largura) do forame magno do osso occipital foram realizadas com o auxílio de um paquímetro digital (JOMARCA®) de 0.1

mm, em três momentos diferentes e pelo mesmo examinador, com intervalos de duas semanas entre cada aferição; seguindo o protocolo descrito por Günay & Altinkök (2000):

1º) Comprimento do forame magno - distância em linha reta desde a extremidade da borda anterior (básio) passando pelo centro do forame magno até a extremidade da borda posterior (opístio), na direção do plano sagital mediano.

2º) Largura do forame magno - distância em linha reta desde a extremidade da borda lateral direita, com a concavidade mais acentuada, passando pelo centro do forame magno até a extremidade da borda lateral oposta de concavidade mais acentuada, com direção transversal.

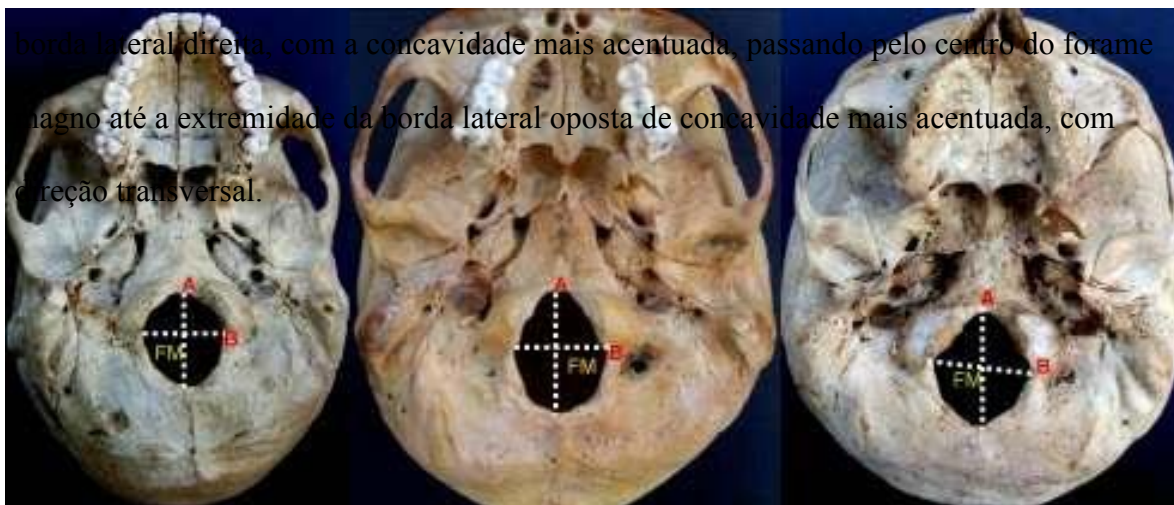


Figura 2. Vista inferior de crânios humanos adultos de brasileiros. Imagens representativas das medidas realizadas no forame magno, as linhas tracejadas representam as aferições das dimensões ânteroposterior e láterolateral a partir dos pontos A e B, respectivamente.

Análise estatística dos dados

Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva (média \pm e erro padrão), ao teste de correlação Intraclass (ICC) para determinar a fidedignidade das mensurações, e os testes Qui-quadrado, Mann-Whitney e teste t Student, com nível de significância de 5%, Também foi realizada a análise de regressão logística e Odds Ratio (OR) para o

comprimento (CFM) e a largura (LFM) do forame magno nos crânios brasileiros por meio de programa software Bioestat 5.0 (Fundação Mamiramuá, Belém, PA).

Resultados

O teste de correlação intraclasse (ICC) para as mensurações do forame magno, (Yscan, 2001) demonstrou replicabilidade excelente ($ICC > 0,9$; $p < 0,0001$), o que significa que as mensurações realizadas apresentaram reprodutibilidade confiável.

A Figura 2 mostra a distribuição dos 215 crânios com as dimensões do forame magno correlacionadas com a etnia.

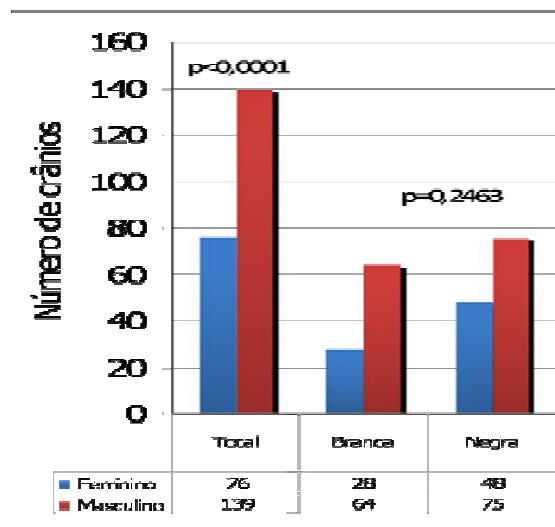


Figura 2. Distribuição dos crânios mensurados de acordo com o gênero.

Pela Figura 2 é possível observar que houve predominância (Qui-Quadrado, $p < 0,05$) do gênero masculino (64,7%) sobre o feminino. Entretanto, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes (Qui-Quadrado, $p > 0,05$) entre os grupos étnicos para cada gênero avaliado.

A distribuição dos crânios em função do gênero revelou diferenças estatisticamente significante (Mann-Whitney, $p = 0,0233$) entre os crânios masculinos ($41,8 \pm 12,6$ anos) e femininos ($39,7 \pm 18,1$ anos), sendo os primeiros mais velhos do que os segundos.

A Tabela 1 mostra as mensurações (média \pm erro padrão) comprimento (CFM) e largura (LFM) do forame magno, obtidas em função do gênero e grupo étnico.

Tabela 1. Médias (\pm erro padrão) das mensurações lineares dispostas em (mm) comprimento (CFM) e comprimento (LFM) de acordo com vários fatores.

FATOR	Comprimento - CFM	Largura - LFM
GÊNERO		
Feminino (n= 76)	35,1 (\pm 0,33)	29,4 (\pm 0,23)
Masculino (n= 139)	35,7 (\pm 0,29)	30,3 (\pm 0,20)
valor de p	0,261	0,008
GRUPO ÉTNICO		
*Branca (n= 92)	35,7 (\pm 0,37)	30,2 (\pm 0,24)
*Negra (n= 123)	35,3 (\pm 0,27)	29,8 (\pm 0,20)
valor de p	0,279	0,399

* Mensurações comparadas entre os gêneros.

A análise estatística (ANOVA multivariada e teste de Tukey) revelou que o gênero influenciou a largura do forame magno, mas não ($p < 0,05$) o comprimento. Foram verificadas diferenças estatísticas onde as mensurações masculinas foram maiores do que as femininas. No total de crânios analisados de ambos os gêneros nenhuma das mensurações foi influenciada ($p > 0,05$) pelo gênero.

Para determinar a dependência das variáveis CFM e LFM, em relação ao gênero, grupo étnico e idade foi calculada a regressão logística múltipla, cujos valores são apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Regressão logística múltipla considerando as variáveis CFM e LFM em relação ao gênero, grupo étnico e idade.

Variáveis	Fatores	p-valor	Odds ratio	IC 95%
CFM	Gênero	0,2539	1,4078	0,78 a 2,53
	Etnia	0,0825	1,7859	0,93 a 3,44
	Idade	0,1095	1,0784	0,98 a 1,18
LFM	Gênero	0,3056	1,3649	0,75 a 2,48
	Etnia	0,1045	1,7255	0,89 a 3,33
	Idade	0,0066	1,204	1,05 a 1,38

Os resultados observados na Tabelas 2 mostram, no conjunto, que as variáveis avaliadas não foram influenciadas pelo gênero e etnia ($p > 0,05$). A idade teve influência sobre as variáveis ($p < 0,05$), entretanto, a relação foi muito pequena (Odds ratio $< 2,0$).

Discussão

A determinação de diferenças morfológicas entre os gêneros e grupos étnicos exige métodos práticos e precisos. O uso de fragmentos de crânios humanos é empregado com certa parcimônia devido a maior fragilidade do viscerocrânio em relação à base, menos susceptível a fraturas ou acidentes Wahl & Graw (2001). Por essa razão o forame magno foi empregado com esse propósito, por se tratar de uma estrutura regular e pouco susceptível a grandes alterações morfológicas.

Com finalidade médico-odontolegal, as análises morfométricas podem ser utilizadas como parte de um processo investigativo prévio às análises mais sofisticadas e de alto custo como o exame de DNA. A morfometria do crânio Giles (1963) e Teixeira (1982) e da mandíbula Giles (1964) e Pötsch et al. (1985) são métodos de avaliação do dimorfismo sexual que podem auxiliar na determinação do gênero, pois já demonstraram resultados confiáveis (Routal et al., 1984; Herrera, 1987; Günay & Altinkök, 2000; Wahl & Graw, 2001; Westcott & Moore-Jansen, 2001; Murshed et al., 2003).

As diferenças morfológicas entre crânios de diferentes gêneros são determinadas principalmente por fatores genéticos, bem mais do que nutricionais, hormonais ou musculares Günay & Altinkök (2000). Assim, a determinação do gênero em crânios humanos das populações mundiais é baseada em diferenças morfológicas, principalmente no tamanho e robustez de certas estruturas Krogman (1978); Wahl & Graw (2001); Rösing et al. (2007) que podem ser características de cada população e influenciadas por fatores genéticos, ambientais e socioeconômicos Saunders & Yang (1999); Rösing et al. (2007).

O forame magno foi uma estrutura pouco explorada para determinar diferenças entre os gêneros na população brasileira Ferreira et al. (1967); Teixeira (1982) entretanto, foi avaliado nas populações turca Murshed et al. (2003), espanhola Herrera (1987), indiana Routal et al. (1984) e inglesa Gapert et al. (2008), apresentando resultados favoráveis. Por esse motivo foi necessário verificar se critério empregado para a determinação do gênero em populações com menos miscigenação racial que a brasileira era confiável.

A comparação das análises morfométricas obtidas nesse estudo com os resultados obtidos de outras populações apresentaram os seguintes resultados: comprimento do forame magno dos crânios masculinos brasileiros ($35,7 \pm 0,29$) foi menor do que os dos turcos ($37,2 \pm 3,43$) Murshed et al. (2003), espanhóis ($36,2 \pm 0,3$) Herrera (1987) e inglesa ($35,91 \pm 2,41$) Gapert et al. (2008), porém, maior do que a indianos ($35,5 \pm 2,8$) Routal et al. (1984). A mesma medida para os crânios femininos da população brasileira ($35,1 \pm 0,33$) foi maior que os da população turca ($34,6 \pm 3,16$) Murshed et al. (2003), espanhola ($34,30 \pm 0$) Herrera (1987), indiana ($32,0 \pm 2,8$) Routal et al. (1984) e inglesa ($34,71 \pm 1,91$) Gapert et al. (2008).

Em relação a largura do forame, os valores dos crânios masculinos brasileiros ($30,3 \pm 0,20$) foram maiores que os dos indianos ($29,6 \pm 1,9$) Routal et al. (1984), e menor que o dos turcos ($31,6 \pm 2,99$) Murshed et al. (2003), espanhóis ($31,1 \pm 0,3$) (Herrera 1987) e ingleses ($30,51 \pm 1,77$) Gapert et al. (2008). A mesma medida para os crânios femininos da população brasileira foi maior do que das indianas ($27,1 \pm 1,6$) Routal et al. (1984), turcas ($29,3 \pm 2,19$) Murshed et al. (2003) e menores do que as espanholas ($29,6 \pm 0,3$) Herrera

(1987) e ingleses (29.36 ± 1.96) Gapert et al. (2008). Tais aspectos podem ser atribuídos à miscigenação racial, aspecto comum na população brasileira e menos freqüente nas outras populações comparadas Prado & Caria (2007). A maioria dos crânios avaliados nesse estudo é da raça branca, habitantes da região sudeste do Brasil, região essa de grande influencia européia no início do século XIX, desde então houve grande miscigenação racial entre europeus (portugueses, alemães, italianos, etc) índios locais e negros trazidos como escravos nos séculos XVI, XVII e XVIII o que pode justificar a heterogenia correlação entre as populações comparadas com a brasileira (<http://pt.wikipedia.org>).

Mensurações do forame magno Teixeira (1982) foram realizadas em um número menor de elementos (40 crânios - 20 masculinos e 20 femininos), e o número reduzido de espécimes limita as conclusões e impede correlações mais fidedignas, principalmente em relação a uma população de grande miscigenação como a brasileira. Por esse motivo, acreditamos que os dados obtidos nesse estudo oferecem resultados mais fiéis a realidade.

Os resultados indicaram que os forames magnos dos crânios masculinos eram mais velhos e mais largo que os femininos (Mann-Whitney, $p=0,0233$); aspectos morfológicos e de desenvolvimento devem ser considerados ao analisarmos, por exemplo: a medula espinal não deve influenciar no diâmetro do forame magno, pois, embora o atravesse, sabe-se que o sistema nervoso central tem desenvolvimento e maturação prévios ao sistema esquelético com a fusão completa de diferentes partes do osso occipital entre os 5–7 anos de idade Scheuer & Black (2000). Outro aspecto é o peso da cabeça que é transmitido à articulação atlanto-occipital, região do forame magno e como crânio masculino é mais pesado que o

feminino, com o avançar da idade perde-se massa muscular e conseqüentemente estrutura óssea, o que justificam seu maior diâmetro e as diferenças entre os gêneros.

Embora bem estabelecidas às diferenças entre os gêneros, os mecanismos relacionados às diferenças morfológicas de diferentes populações do mundo ainda não estão bem esclarecidos, devido principalmente à ocorrência de êxodos e miscigenação de indivíduos de diferentes etnias, fato inevitável. Nestes casos, há sempre dificuldade de se distinguir e afirmar com exatidão o que pode levar às alterações morfológicas de tais populações.

Segundo Woo (1931), pode ocorrer assimétrica crâniofacial, com predomínio do lado direito sobre o esquerdo Vig & Hewitt (1975); Shah & Joshi (1978). Assimetria crâniofacial é comum na maioria dos indivíduos, embora não exista consenso sobre o lado de assimetria não patológica. De fato, o corpo humano apresenta freqüente assimetria considerada normal porque as partes se desenvolvem independentemente, em geral decorrente de uma adaptação local às demandas funcionais, e não como um padrão uniforme assimétrico de crescimento (Bishara et al., 1994; Huggare & Houghton, 1995; Sperber, 2001).

Os resultados do estudo de Olivier (1975); Durić et al. (2005) apresentaram maiores dimensões do forame magno, principalmente a ânteroposterior e láterolateral. De acordo com o autor, a ausência de simetria crânio-facial se manifesta, independentemente da idade, gênero ou etnia. No entanto, os resultados desse estudo não confirmam esses achados, uma vez que houve diferença estatisticamente significativa na distância

láterolateral do forame magno entre os dois gêneros avaliados e em crânios mais velhos. Os antímeros apresentam assimetria que variam de mínima à severa, em alguns casos devido a fatores genéticos, na cabeça por ser constituída por estruturas moles e rígidas e por ser suscetível às forças mastigatórias ou externas, de qualquer natureza, é capaz de apresentar variações láterolaterais e tornar-se mais assimétrica. Tais características, de acordo com Prado & Caria (2007) podem ser atribuídas a diferentes fatores como: alimentação, fatores climáticos, influências climáticas e a miscigenação racial.

O desenvolvimento e crescimento craniofacial é um fator que pode influenciar as diferenças da base do crânio, pois dá passagem aos principais feixes vâsculo-nervosos encefálicos (Enlow & Has, 2006). As diferenças morfológicas entre crânios de diferentes gêneros são determinadas, principalmente por fatores relacionados com o tamanho. A largura do forame magno dos crânios brasileiros apresentou resultado significativo, com predomínio do gênero masculino sobre feminino. De acordo com Enlow & Has (2006), esta diferença está relacionada com o fato de os principais feixes vâsculo-nervosos crânio-cervicais como: medula espinal, artérias vertebrais e espinhais anterior e posterior, nervos acessórios e meninges, terem passagem na base do crânio, pelo forame magno e por serem mais calibrosos no gênero masculino, devido a maior estrutura músculo-esquelética do homem.

No processo de remodelação da base do crânio há estabilidade nas mudanças de espaços preenchidos por nervos e vasos cranianos com a expansão dos hemisférios encefálicos, como se a base do crânio aumentasse primeiramente nas suturas. Além disso, o

forame magno é submetido ao processo de remodelação para manter adequada sua posição, o que o movimenta por deposição e reabsorção óssea, acompanhando o movimento correspondente dos nervos e vasos da base do crânio, conforme expansão encefálica. Esse movimento de relocação é diferente em magnitude e em direção dos movimentos de remodelação das paredes laterais da fossa posterior do crânio do occipital. Essa remodelação mantém o posicionamento proporcional da medula espinal, mesmo que o assoalho da fossa posterior do crânio que margeia a medula se expanda consideravelmente mais que a circunferência do forame magno. Além disso, os incrementos são muito maiores de crescimento dos hemisférios e da escama occipital em contraste com os incrementos muito menores do que o crescimento da medula e do forame magno. O crescimento dos tecidos moles também é necessário de qualquer maneira pelas condições regionais que produzem sinais de controle, de desenvolvimento local, em resposta àquelas circunstâncias arquitetônicas (Enlow & Has, 2006).

Conclusões

Não houve diferença morfológica do forame magno entre os gêneros e grupos étnicos (caucasóides e negróides) avaliados.

Houve diferença morfométrica do forame magno entre os gêneros e grupos étnicos (avaliados).

O método morfométrico linear aplicado nas mensurações da largura do forame magno foi eficaz na determinação do gênero de crânio de brasileiros.

Associado as outras técnicas antropológicas, o método morfométrico linear do forame magno foi eficaz para se obter resultados confiáveis para determinação do gênero em crânios humanos brasileiros.

Referências Bibliográficas:

1. Adams DC, Rohlf FJ, Slice DE. Geometric morphometrics: ten years of progress following the “revolution.” *Ital J Zool* 71:5–16 2004.
2. Bishara SE, Treder JE, Jakobsen JR. Facial and dental changes in adulthood. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;106:175-86.
3. Bresin A, Kiliaridis S, Strid KG. Effect of masticatory function on the internal bone structure in the mandible of the growing rat. *Eur J Oral Sci* 107:35–44 1999.
4. Durić M, Rakočević, Z, Donić D. The reliability of sex determination of skeletons from forensic context in the Balkans. *Forensic Science International* 147 159–164 2005.
5. Enlow Donald H, Has G. Mark Noções básicas sobre crescimento facial. Editora Santos Ed. [acesso 2006 Jan. 01]. Disponível em: <http://www.relativa.com.br/livros>.
6. Ferreira FV, Rosenberg B, da Luz HP. The "Foramen Magnum" Index in Brazilians. *Rev Fac Odontol Sao Paulo*. 1967 Aug-Dec; 5(4):297-302.
7. Gapert R, Black, S, Last J. Sex determination from the foramen magnum: discriminant function analysis in an eighteenth and nineteenth century British sample. UCD School of Medicine and Medical Science, Health Sciences Centre, University College Dublin, Belfield, Dublin 4, Ireland, rene.gapert@ucd.ie. *Int J Legal Med*. 2008.
8. Giles E. Sex determination by discriminant function analysis of the mandible. *Am J Phys Anthropol* 22:129–136 1964.

9. Giles E, Elliot O. Sex determination by discriminant function analysis of crania. *Am J Phys Anthropol* 21:53–68 1963.
10. Graw M. Morphometrische und morphognostische Geschlechtsdiagnostik an der menschlichen Schädelbasis. In: Oehmichen M, Geserick G (eds) *Osteologische Identifikation und Altersschätzung*. Schmidt-Römhild, Lübeck, pp 103–121 2001.
11. Günay Y, Altinkök M. The value of the size of foramen magnum in sex determination. *J Clin Forensic Med* 7:147–149 2000.
12. Hamilton ME. Sexual dimorphism in skeletal samples. In: Hall RL (ed) *Sexual dimorphism in homo sapiens—a question of size*. Praeger Publishers, New York, pp 107–163 1982.
13. Herrera Catalina CJ. Study of the anatomic metric values of the foramen magnum and its relation to sex. *Acta Anat* 130: 344–347 1987.
14. Huggare J, Houghton P. Asymmetry in the human skeleton. A study on prehistoric Polynesians and Thais. *Eur J Morphol*;33:3-14 1995.
15. Humphrey L.T, Dean M.C & Stringer C.B. Morphological variation in great ape and modern human mandibles. *J. Anat.*, 195 (Pt4): 491–513, 1999.
16. Iscan M.Y. Global forensic anthropology in the 21st century. *Forensic Sci. Int.* 117 1–6 2001.
17. Kaifu Y. Changes in mandibular morphology from the Yomon to modern periods in eastern Japan. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 104(2): 227–243, 1997.
18. Krogman WM. *The human skeleton in forensic medicine*, 3rd Printing. Charles C.

Thomas, Springfield, IL 1978.

19. Murshed KA, Cicekcibasi AE, Tuncer I. Morphometric evaluation of the foramen magnum and variations in its shape: a study on computerized tomographic images of normal adults. *Turk J Med Sci* 33:301–306 2003.
20. Muthukumar N, Swaminathan R, Venkatesh G, and Bhanumathy P. S. A morphometric analysis of the foramen magnum region as it relates to the transcondylar approach. Springer-Verlag 2005.
21. Pötsch Schneider L, Endris R, Schmidt H. Diskriminanzanalyse zur Geschlechtsbestimmung an Unterkieferknochen. *Z Rechtsmed* 94:21–30 1985.
22. Prado Felipe Bevilacqua, Caria Paulo Henrique Ferreira. Comparaciones Morfológicas Entre las Mandíbulas de Brasileños y de Poblaciones de Otros Continentes. *Int J. MorphoL*, 25(2):323-327, 2007.
23. Olivier Georges. Biometry of the human occipital bone. *J. Anat.* (1975), 120, 3, pp. 507-518.
24. Rösing FW, Graw M, Marré B, Ritz-Timme S, Rothschild MA, Röttscher K, Schmeling A, Schröder I, Geserick G. Recommendations for the forensic diagnosis of sex and age from skeletons. *Homo* 58:75–89 2007.
25. Routal RR, Pal GP, Bhagwat SS, Tamankar BP Metrical studies with sexual dimorphism in foramen magnum of human crania. *J Anat Soc India* 2(33):85–89 1984.
26. Saunders SR, Yang D. Sex determination: XX or XY from the human skeleton. In:

- Fairgrieve SI (ed) Forensic osteological analysis. Charles C. Thomas Springfield, IL, pp 36–59 1999.
27. Scheuer Louise, Black S. Developmental juvenile osteology. Academic, Department of Anatomy and Developmental Biology, Royal Free and University College Medical School, London InterScience 2000.
28. Sperber GH. Craniofacial development. Hamilton, Canada: B Decker; 2001
29. Stewart TD. Essentials of forensic anthropology—especially as developed in the United States. Charles C. Thomas, Springfield, IL 1979.
30. Teixeira WRG. Sex identification utilizing the size of the foramen magnum. Am J Forensic Med Pathol 1982; 3: 203–206.
31. Vig PS. Hewitt AB. Asymmetry of the human facial skeleton. Angle Orthod;45:125-9 1975.
32. Wahl J, Graw M. Metric sex differentiation of the pars petrosa ossis temporalis. Int J Legal Med 114:215–223 2001.
33. Westcott D, Moore-Jansen P. Metric variation in the human occipital bone: forensic anthropological applications. J Forensic Sci 5(46):1159–1163 2001.
34. Woo TL. On the asymmetry of the human skull. Biometrika; 22:324-52 1931.

5 CONCLUSÕES GERAIS

Analizando os dados obtidos neste estudo pode-se sugerir que:

As três diferentes metodologias empregadas apresentaram diferenças entre os gêneros para as características craniofaciais do brasileiro.

Não houve diferença significativa da posição do processo mastóide entre os grupos étnicos e os gêneros ($p>0,05$), porém houve prevalência do gênero masculino sobre o feminino nas mensurações Po-Ms e As – Po ($p<0,05$), comprovando diferenças morfométricas entre os gêneros humanos através da área do triângulo mastóide.

Não houve diferença morfológica do forame magno entre os gêneros e grupos étnicos (caucasóides e negróides) avaliados.

Houve diferença morfométricas do forame magno entre os gêneros e grupos étnicos avaliados.

Em conjunto com outras técnicas antropológicas pode contribuir para a determinação do gênero de indivíduos desconhecidos e ser empregado em perícias médico e odontológicas.

6 REFERÊNCIAS*

1. Adams DC, Rohlf FJ, Slice DE. Geometric morphometrics: ten years of progress following the “revolution.” *Ital J Zool* 71:5–16 2004.
2. Avci E, Kocaogullar Y, Fossett D, Caputy A. Lateral posterior fossa venous sinus relationships to surface landmarks. *Surg Neurol* 2003;59: 392–7; discussion 397.
3. Baker PA, Selter Go, Fritz SC, Dunbar RB, Grove MJ, Tapia PM, Cross SL, Rowe HDBroda JP. The history of South American Tropical precipitation for the past 25,000 years. *Science* 291, 640–643 2001.
4. Cruz Rizzolo RJ, Madeira M. C. *Anatomia Facial com fundamentos de anatomia sistêmica geral*. 2ª ed. São Paulo Savier, 2006.
5. Durić M. Rakočević Z. Donić D. The reliability of sex determination of skeletons from forensic context in the Balkans. *Forensic Science International* 147 2005 159–164.
6. Franklin D, Cardini A. Mandibular Morphology as an Indicator of Human Subadult Age: Interlandmark Approaches. *J Forensic Sci*, September Vol. 52, No. 5 doi: 10.1111/j.1556-4029.00522. 2007.
7. Gapert R, Black S, Last J. Sex determination from the foramen magnum: discriminant function analysis in an eighteenth and nineteenth century British sample. UCD School of Medicine and Medical Science, Health Sciences Centre, University College Dublin, Belfield, Dublin 4, Ireland, rene.gapert@ucd.ie. *Int J*

Legal Med. 2008.

8. Graw M. Morphometrische und morphognostische Geschlechtsdiagnostik an der menschlichen Schädelbasis. In: Oehmichen M, Geserick G (eds) Osteologische Identifikation und Altersschätzung. Schmidt-Römhild, Lübeck, pp 103–121 2001.
9. Günay Y, Altinkök M. The value of the size of foramen magnum in sex determination. J Clin Forensic Med 7:147–149 2000.
10. Harvati, Katerina, Weaver Timothy D. Human Cranial Anatomy and the Differential Preservation of Population History and Climate Signatures. The Anatomical record part a 288a: 1225–1233 2006.
11. Iscan M. Y, Cotton TS. Osteometric assessment of racial affinity from multiple sites in the postcranial skeleton. In: Gill GW, Rhine S (eds) Skeletal attribution of race: methods for forensic anthropology. Maxwell Museum of Anthropology, Albuquerque, pp 83–90 1990.
12. Iscan M Yasar, Steyn M. Craniometric determination of population affinity in South Africans. Int J Legal Med 1999 112 :91–97.
13. Kemkes A, Gobel T. Metric Assessment of the “Mastoid Triangle” Sex Determination: A Validation Study. J Forensic Sci, Vol. 51, No. 5doi:10.1111/j.1556-4029. 00232. x. 2006.
14. Konigsberg L. W. Temporal aspects of biological distance: serial correlation and trend in a prehistoric skeletal lineage. Am J Phys Anthropol 82:45–52 1990.

15. Konigsberg L. W, Hens S. M. Use of ordinal categorical variables in skeletal assessment of sex from the cranium. *Am J Phys Antropol* 1998 Sep;107(1):97-112.
16. Kranioti Elena F, Iscan Mehmet Yasar, Michalodimitrakis Manolis.
Cranimetric analysis of the modern Cretan population. *Forensic anthropology population data* Elsevier Ireland Ltd. All rights reserved 2008.
17. Lieberman D. E., Mc Bratney, Brandeis M. and Lieberman, D.E. & Krovitz G.E, Yates, F.W. & Devlin, M. & St Claire, M. Effects of foods processing on mastigatory strain and craniofacial growth. in a retrognathic face. *J. Hum. Evol.*, 46(6): 655-677, 2004.
18. Muthukumar N, Swaminathan R. Venkatesh G, Bhanumathy P. S. A morphometric analysis of the foramen magnum region as it relates to the transcondylar approach. *Springer-Verlag* 2005.
19. Prado Felipe Bevilacqua, Caria Paulo Henrique Ferreira Comparaciones Morfológicas Entre las Mandíbulas de Brasileños y de Poblaciones de Otros Continentes. *Int J. MorphoL*, 25(2):323-327, 2007.
20. Rösing F.W, Graw M, Marre B., Ritz-Timme S, Rothschild M.A. Rötzscher K., Schmeling, A., Schröder, I. Geserick, G. Recommendations for the forensic diagnosis of sex and age from skeletons. *HOMO* 58 (2007) 75–89.
21. Saunders SR, Yang D. Sex determination: XX or XY from the human skeleton. In: Fairgrieve SI (ed) *Forensic osteological analysis*. Charles C. Thomas, Springfield, IL, pp 36–59 1999.

22. Wahl J, Graw M. Metric sex differentiation of the pars petrosa ossis temporalis. *Int J Legal Med* 114:215–223 2001.
23. Walker PL. Greater sciatic notch morphology: sex, age and population differences. *Am J Phys Anthropol* 127:385–91 2005.
24. Williams B. A, B.A, M.Sc, Tracy L. Rogers. Evaluating the Accuracy and Precision of Cranial Morphological Traits for Sex Determination. *J Forensic Sci*, July 2006.

7 ANEXOS

Anexo 7.1

CARTA DE SUBMISSÃO DO ARTIGO À PUBLICAÇÃO

Prezado(a) Autor(a):

Recebemos o artigo de sua autoria intitulado "MORPHOMETRIC ANALYSIS OF THE FORAMEN MAGNUM IN BRAZILIANS HUMAN SKULLS: ITS RELATION TO GENDER.", código 2/2009, para publicação nos Brazilian Journal of Morphological Sciences. O referido artigo foi encaminhado aos pareceristas, para início do processo de análise.

Solicitamos a sua atenção para os comentários desses revisores que lhe serão enviados oportunamente.

Atenciosamente,

Editor Científico

Anexo 7.2

MORPHOMETRIC ANALYSIS OF THE FORAMEN MAGNUM IN BRAZILIANS HUMAN SKULLS: ITS RELATION TO GENDER.

Manoel, C.a, Prado FB.a, Caria, PHF.a. Groppo, FC.b

a Department of Morphology, Piracicaba Dental School, State University of Campinas, Piracicaba, Brazil.

b Department of Pharmacology and Anesthesiology, Piracicaba Dental School, State University of Campinas, Piracicaba, Brazil.

Correspondent author:

Cristiano Manoel

Piracicaba Dental School – State University of Campinas – FOP/UNICAMP.

Department of Morphology – Anatomy Area.

Av. Limeira, 901.: Caixa Postal 52.: Piracicaba – SP – CEP 13414-903.

Telephone: (55) 19- 2106 5332.: Fax (55) 19 - 21065218.

cristiano_300@hotmail.com

Abstract

Introduction: The morphological characteristics obtained by craniometry may be the key to sex determination and help us to recognize of an unknown individual in anywhere part of the world. **Aims:** The purpose of this study was to evaluate the effectiveness of the linear morphometry of foramen magnum to verify of the morphological characteristics for gender determination in Brazilian human skulls. **Methods:** With a digital caliper, were made three non-consecutive measurements of the foramen magnum in 215 human skulls (139 male and 76 female), nationality, gender, age, belong to the Department of Morphology and Descriptive Topography – UNIFESP/SP. The craniometric measurements were made in accordance with the protocol defined by Günay & Altinkök (2000). The data were submitted to intraclass correlation coefficient (ICC) and Student t test, with significance level of 5%. **Results:** There were no statistically significant differences (chi-square, $p > 0.05$) between ethnic groups, within each gender. ANOVA and Tukey test showed that gender influenced the width of the foramen magnum, been male (30.3 ± 0.20) higher than females (29.4 ± 0.23) but not its length ($p < 0.05$). **Conclusion:** The morphometric linear method of the foramen magnum (width) was able to determine the morphological differences between sexes and can be used in conjunction with other anthropological techniques to gender determination of unknown individuals.

Key-word: Foramen magnum. Morphometric. Skull. Human Identification. Sex.

Introduction

The morphological differences between skulls of different genders are mainly determined by genetic factors, much more than nutrition, hormonal or muscle (Günay & Altinkök, 2000). Thus, the determination of gender in human skulls is based on morphological differences, mainly on the size and strength of certain structures (Rosing et al., 2007), which may be characteristics of each population and influenced by genetic factors, environmental and socioeconomic (Saunders & Yang, 1999).

The measurements of the skeleton bones, mainly neurocrânio and viscerocrânio, suffer influences of various factors, however, they are often used for

morphological studies of human populations, to age estimation, stature, ethnicity, those aspects relevant to the medicolegal investigation and anthropological examinations of unknown individuals (Iskan, 2001; Harvati & Weaver, 2006).

For Adams et al. (2004) the morphometric techniques used in scientific literature have shown a strong interest in monitoring changes through evaluation of the skull among different human populations. For this authors, various factors capable of causing morphological changes in the human skeleton have rised interest in the scientific community. The use of accurate methods to identify the differences between genders for further human understanding their changes are the current challenges faced by researchers. Recent studies report that morphometry is a fast and efficient method for evaluation of morphological characteristics, such as ethnicity, gender, age, genetic factors, dietary habits, regional variations, which can alter the shape and size of bone structures. These aspects are significantly important in determining anthropometric changes between different populations and genders (Humphrey et al. 1999; Lieberman et al. 2004); Prado & Caria, 2007).

Gapert et al. (2008) stated that the skull base is covered by a large mass of tissues that preserves the region of the foramen magnum, especially in standing position. For these authors, the foramen magnum has been studied morphometrically to assist in determining the gender when there is the involvement of other parts of the skeleton caused by trauma, fires, explosions or severe destruction. It is a useful study, since the dimorphism of gender is almost always present.

Many craniofacial skeletal structures are damaged after air accidents, mass disasters, fire, explosion or injuries resulting from violence, making it difficult to determine the gender and the consequent identification. Thus, the skull base more and the occipital bone, are protected by a large amount of soft tissue and the anatomical position, been useful in such cases (Wahl & Graw, 2001).

Herrera (1987), Günay & Altinkök (2000); Muthukumar et al. (2005) used linear morphometric measurements of the foramen magnum as a criterion for gender determination, which is higher in men than women.

Gapert et al. (2008), also evaluated morphometrically the foramen magnum of nineteenth century British adults skull, showing significant differences between men and women, with correctly classified 70% of the males skulls and 69.7% of the female skulls by discriminant function and 76% of men and 70% of women by linear regression. This study confirmed the importance of this region to identify the gender.

In view of the great racial miscegenation of the Brazilian population the purpose of this study was to evaluate whether the linear morphometric method applied in foramen magnum of Brazilians adult human skulls would be enough to differentiate the genders.

Material e Methods

We evaluated 215 skulls (76 females and 139 males), 92 whites and 123 black, between 20 and 80 years old, belong to the Department of Descriptive Morphology and Topography of the Federal University of Sao Paulo.

Among the 510 skulls, only 215 were used, due to the exclusion criteria used in this study. Only Brazilian adults skulls, with physical good conditions, with gender, age and ethnic group fully identified in the book record were examined for this purpose. Were excluded the skulls of children, damaged, with pathological conditions, incomplete, without identification, and different ethnic group.

Craniométricas measurements (length and width) of the foramen magnum of the occipital bone were performed by means of a digital caliper (JOMARCA ®) of 0.1 mm, in three different times and by the same examiner at intervals of two weeks between each measurement, using the protocol described by Günay & Altinkök (2000):

1) Length of the foramen magnum (WFM) - distance in a straight line from the end of the anterior border (basion) through the center of the foramen magnum until the end of the posterior border (opístio), toward the median sagittal plane.

2) Width of foramen magnum (WFM) - distance in a straight line from the end of the border right side, with the concavity stronger through the center of the foramen magnum to the opposite end of the lateral border of concavity more pronounced, with transverse direction.

INSERT FIGURE 1

Statistical analysis

The data were submitted to statistical analysis (mean \pm standard error), the Intra-class correlation test (ICC) to determine the reliability of measurements, and the Chi-square tests, Mann-Whitney and Student t test, with significance level of 5%, was also held the logistic regression analysis and odds Ratio (OR) for the length (LFM) and width (WFM) of the foramen magnum by means of the Bioestat 5.0 software (Mamiramuá Foundation, Bethlehem, PA).

Results

The test of intraclass correlation (ICC) for the measurements of the foramen magnum, showed excellent replicability (ICC > 0.9, $p < 0.0001$), which means that the measurements taken showed reliable reproducibility.

INSERT FIGURE 2

In Figure 2 can be observed that there was a prevalence (chi-square, $p < 0.05$) of males (64.7%) on the female skulls. However, no statistically significant differences were observed (chi-square, $p > 0.05$) between ethnic groups, for each gender.

The distribution of the skulls on the basis of gender showed statistically significant differences (Mann-Whitney, $p = 0.0233$) between male skulls (41.8 ± 12.6 years) and women (39.7 ± 18.1 years), the first being older than the latter.

INSERT TABLE 1

The statistical analysis (multivariate ANOVA and Tukey test) showed that gender influenced the width of the foramen magnum, but not ($p < 0.05$) the length. Statistical differences were found in the measurements were more male than female. A total of analyzed skulls of both genders none of the measurements was influenced ($p > 0.05$) by gender or teeth.

To determine the dependence of the variables WFM and LFM, in relation to gender, ethnicity and teeth, was calculated to multiple logistic regression, whose values are presented in Table 2.

INSERT TABLE 2

The results shown in Table 2 shows, overall, the variables were not influenced by gender, ethnicity and condition of teeth ($p > 0.05$). Age had an influence on the variables ($p < 0.05$), however, the relationship was very small (odds ratio < 2.0).

Discussion

The determination of morphological differences between genders and ethnic groups requires practical and precision. The use of human skulls fragments is employed with a certain parsimony due the greater fragility of viscerocrânio, less susceptible to fractures or accidents Graw (2001), for this reason, the foramen magnum was used for this purpose, because it is a regular structure and less likely to major morphological changes.

With odontolegal and medical-purpose, the morphometric analysis can be used as part of an investigative process prior to more sophisticated and expensive analysis as the DNA examination (Teixeira, 1982; Pötsch et al., 1985; Pötsch et al., 1992). The morphometry of the skull and the jaw are methods for assessment of sexual dimorphism that can assist in gender determination, as already demonstrated the trusted results of (Günay & Altinkök, 2000; Westcott & Jansen, 2001; Murshed et al., 2003).

The foramen magnum was a little structure explored to gender determination in the Brazilian populations (Teixeira, 1982), however, was evaluated by Turkish populations (Murshed et al. 2003) Spanish (Herrera, 1987), Indian (Routal et al., 1984) and English (Gapert et al., 2008), showing favorable results. Therefore it is necessary to check if this criterion used to determine the gender in others populations with less racial miscegenation is reliable in the Brazilian.

The comparison of morphometric analysis obtained in this study with the results of other people had the following results: length of the foramen magnum of Brazilian male skulls (35.7 ± 0.29) was lower than the Turks (37.2 ± 3.43) Murshed et al. (2003), Spanish (36.2 ± 0.3) Herrera (1987) and English (35.91 ± 2.41) Gapert et al. (2008), but higher than the Indians (35.5 ± 2.8) Routal et al. (1984). The same measure for the female skulls of the Brazilian population (35.1 ± 0.33) was higher than those of the Turkish

population (34.6 ± 3.16) Murshed et al. (2003), Spanish (34.30 ± 0) Herrera (1987), Indian (32.0 ± 2.8) Routal et al. (1984) and English (34.71 ± 1.91) Gapert et al. (2008).

Regarding the width of the forâmen magnum, the values of the Brazilian male skulls (30.3 ± 0.20) were higher only than those of the Indians (29.6 ± 1.9) Routal et al. (1984), and lower than Turks (31.6 ± 2.99) Murshed et al. (2003), Spanish (31.1 ± 0.3) (Herrera, 1987) and English (30.51 ± 1.77) Gapert et al. (2008). The same measure for the female skulls of the Brailian population was higher than Indian (27.1 ± 1.6) Routal et al. (1984), Turkish (29.3 ± 2.19) Murshed et al. (2003) and lower than Spanish (29.6 ± 0.3) Herrera (1987) and English (29.36 ± 1.96) Gapert et al. (2008). These aspects can be attributed to the racial mixing, something common in Brazil and less frequent in other populations (Prado & Caria, 2007).

Most of the skulls evaluated in this study is of the white race, people in southeastern Brazil, the region of great influence of Europe in the beginning of the nineteenth century, since there were large racial miscegenation between Europeans (Portuguese, German, Italian, etc.) local Indians and blacks brought as slaves in the XVI, XVII and XVIII which may explain the heterogeneity correlation between people compared with Brazil (<http://pt.wikipedia.org>).

Measurements of the foramen magnum performed by Teixeira, (1982) in a smaller number of elements (40 skulls - 20 men and 20 women), and the small number of specimens limited the conclusions and correlations, especially in relationship to a population of miscegenation as the Brazilian. Therefore, we believe that the data obtained in this study provide more faithful and reality data.

The results of this study indicated that the foramen magnum of male skulls were older and larger than women (Mann-Whitney, $p = 0.0233$). The morphology and development should be considered when analyzing, for exempla the spinal cord, should not be influence the diameter of the foramen magnum, because, although the cross the foramem magnum, it is known that the central nervous system is developing and maturing prior to the skeletal system with a complete fusion of different parts of the occipital bone between 5-7 years of age Scheuer & Black (2000). Another aspect is the weight of the head

which is transmitted to the atlanto-occipital, region of the foramen magnum and a male brain is heavier than females, and, during the years, we lose muscle mass and bone structure consequently, justify its largest diameter and the differences between genders.

According to Woo (1931), can occur craniofacial asymmetrical, with a predominance of right on the left side. Vig & Hewitt (1975); Shah & Joshi (1978), affirmed that the cranio-facial asymmetry is common in most individuals, although there is no consensus on the side of asymmetry not pathological. In fact, the human body gives frequent asymmetry considered normal because the parts are developed independently, in general due to a local adaptation to the demands functional, and not a uniform pattern of asymmetric growth (Bishara et al. 1994; Huggare & Houghton, 1995; Sperber, 2001).

The results of the Olivier (1975); Durić et al. (2005) showed larger of the foramen magnum, especially the anteroposterior and laterolateral. According to the author, the absence of cranial-facial symmetry is manifest, regardless of age, gender or ethnicity. However, the results of this study do not confirm these findings, since there was a statistically significant difference in distance laterolateral the foramen magnum between the two genders and evaluated in older skulls.

The present asymmetry ranging from a minimal to severe, in some cases due to genetic factors, is by the fact that head consists of soft and rigid structures susceptible to external masticatory forces or of any nature, is able to vary and laterolaterais become more asymmetrical. These characteristics, according to Prado & Caria (2007) can be attributed to different factors such as: food, climatic factors, climatic influences and racial miscegenation.

The craniofacial development and growth is a factor that may influence the differences of the skull base, it gives passage to the main vascular bundle-encephalic nerve (Enlow & Has, 2006). The morphological differences between skulls of different genders are determined, primarily by factors related to size. The width of the foramen magnum of Brazilian skulls showed significant results, with a predominance of males over females. According to Enlow & Has (2006), this difference is related to the fact that the main neuro-vascular cranial-cervical bundle as the spinal cord, and vertebral arteries before and

after, nerves and accessories meninges, they pass through the skull base, the foramen magnum caliber are more in males, due to greater muscle-skeletal man structure.

In the process of refurbishing the skull base there are changes in the stability of spaces filled by cranial nerves and vessels with the expansion of encephalic hemispheres, as the skull base sutures increase in first. Moreover, the foramen magnum is subjected to the process of remodeling to maintain its proper position, which moves in the deposition and bone resorption, following the corresponding movement of the nerves and blood vessels of the skull base as expanding brain. This movement of relocation is different in magnitude and direction of movement in the remodeling of the side walls of the posterior fossa of the occipital skull. That remains the position proportional remodeling of spinal cord, even if the floor of the posterior fossa of the skull that borders expand the cord is considerably more than the circumference of the foramen magnum. Moreover, the increments are much larger growth of hemispheres and occipital scale in contrast to the much smaller increments than the growth of the cord and the foramen magnum. The growth of soft tissue is also necessary in any way by the conditions that produce evidence of regional control, local development, in response to those circumstances architectural (Enlow & Has, 2006).

Conclusions

There were no morphological differences of the foramen magnum between genders and ethnic groups (Caucasian and Negroid) evaluated.

There was the foramen magnum morphometric difference between genders and ethnic groups.

The linear morphometric measurements method applied in the width of the foramen magnum was effective in determining the gender of the Brazilians skull.

Associate to the other anthropological techniques, this linear morphometric method of foramen magnum can be effective to obtain reliable results for the determination of gender in Brazilian human skulls.

Acknowledgments

We are grateful for the support from the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) of Brazil.

References

1. Adams DC, Rohlf FJ, Slice DE (2004) Geometric morphometrics: ten years of progress following the “revolution.” *Ital J Zool* 71:5–16.
2. Bishara SE, Treder JE, Jakobsen JR Facial and dental changes in adulthood. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* (1994);106:175-86.
3. Durić M, Rakočević Z, Donić D The reliability of sex determination of skeletons from forensic context in the Balkans. *Forensic Science International* 147 2005 159–164.
4. Enlow Donald H Has G Mark Noções básicas sobre crescimento facial. Editora Santos Ed. [acesso (2006) Jan. 01]. Disponível em: <http://www.relativa.com.br/livros>.
5. Gapert R, Black S Last J Sex determination from the foramen magnum: discriminant function analysis in an eighteenth and nineteenth century British sample. UCD School of Medicine and Medical Science, Health Sciences Centre, University College Dublin, Belfield, Dublin 4, Ireland, rene.gapert@ucd.ie. *Int J Legal Med.* (2008).
6. Graw M. Morphometrische und morphognostische Geschlechtsdiagnostik an der menschlichen Schädelbasis. In: Oehmichen M, Geserick G (eds) *Osteologische Identifikation und Altersschätzung*. Schmidt-Römhild, Lübeck, pp 103–121 2001.

7. Günay Y, Altinkök M. The value of the size of foramen magnum in sex determination. *J Clin Forensic Med* 7:147–149 2000.
8. Herrera Catalina CJ. Study of the anatomic metric values of the foramen magnum and its relation to sex. *Acta Anat* 130: 344–347 1987.
9. Huggare J, Houghton P. Asymmetry in the human skeleton. A study on prehistoric Polynesians and Thais. *Eur J Morphol*;33:3-14 1995.
10. Humphrey L T, Dean MC, Stringer CB Morphological variation in great ape and modern human mandibles. *J. Anat.*, 195 (Pt4): 491–513, 1999.
11. Iscan M Y. Global forensic anthropology in the 21st century. *Forensic Sci. Int.* 117 1–6 2001.
12. Lieberman Daniel E, McBratney Brandeis M, Lieberman D.E, Krovitz G.E, Yates F.W, Devlin M, St Claire M. Effects of foods processing on mastigatory strain and craniofacial growth. in a retrognathic face. *J. Hum. Evol.*, 46(6): 655-677, 2004.
13. Muthukumar N, Swaminathan R, Venkatesh G, Bhanumathy P S A morphometric analysis of the foramen magnum region as it relates to the transcondylar approach. Springer-Verlag (2005).
14. Murshed KA, Cicekcibasi AE, Tuncer I (2003) Morphometric evaluation of the foramen magnum and variations in its shape: a study on computerized tomographic images of normal adults. *Turk J Med Sci* 33:301–306.
15. Pötsch Schneider L, Endris R, Schmidt H 1985 Diskriminanzanalyse zur

- Geschlechtsbestimmung an Unterkieferknochen. *Z Rechtsmed* 94:21–30 1985.
16. Pötsch L, Meyer U, Rothschild S, Schneider PM, Rittner C. Application of DNA techniques for identification using human dental pulp as a source of DNA. *Int J Legal Med.* 1992;105(3):139-43.
 17. Prado Felipe Bevilacqua, Caria Paulo Henrique Ferreira Comparaciones Morfológicas Entre las Mandíbulas de Brasileños y de Poblaciones de Otros Continentes. *Int J. MorphoL*, 25(2):323-327, 2007.
 18. Olivier Georges Biometry of the human occipital bone. *J. Anat.* (1975), 120, 3, pp. 507-518
 19. Rösing FW, Graw M, Marré B, Ritz-Timme S, Rothschild MA, Röttscher K, Schmeling A, Schröder I, Geserick G Recommendations for the forensic diagnosis of sex and age from skeletons. *Homo* 58:75–89 2007.
 20. Routal RR, Pal GP, Bhagwat SS, Tamankar BP (1984) Metrical studies with sexual dimorphism in foramen magnum of human crania. *J Anat Soc India* 2(33):85–89.
 21. Saunders SR, Yang D. Sex determination: XX or XY from the human skeleton. In: Fairgrieve SI (ed) *Forensic osteological analysis*. Charles C. Thomas, Springfield, IL, pp 36–59 1999.
 22. Scheuer Louise, Black S (2000) *Developmental juvenile osteology*. Academic, London.
 23. Shah SM, Joshi MR. An assessment of asymmetry in the normal craniofacial

- complex. Angle Orthod;48:141-8 1978.
24. Sperber GH Craniofacial development. Hamilton, Canada: B Decker; (2001).
25. Stewart TD Essentials of forensic anthropology—especially as developed in the United States. Charles C. Thomas, Springfield, IL 1979.
26. Teixeira WRG Sex identification utilizing the size of the foramen magnum. Am J Forensic Med Pathol (1982); 3: 203–206
27. Vig PS. Hewitt AB. Asymmetry of the human facial skeleton. Angle Orthod;45:125-9 1975.
28. Westcott D, Moore-Jansen P Metric variation in the human occipital bone: forensic anthropological applications. J Forensic Sci 5(46):1159–1163 2001.
29. Woo TL On the asymmetry of the human skull. Biometrika; 22:324-52 (1931).

ANEXOSTABLES

Table 1. Médias (\pm standart error) of the linear measuremnts (mm) Lenght - LFM (CFM) and Wight - WFM according various factors.

FACTOR	Lenght - LFM	Wight - WFM
GENDER		
Female (n= 76)	35,1 (\pm 0,33)	29,4 (\pm 0,23)
Male (n=139)	35,7 (\pm 0,29)	30,3 (\pm 0,20)
P value	0,261	0,008
ETHNIC GROUP		
	Lenght - LFM	Wight - WFM
White (n= 92)	35,7 (\pm 0,37)	30,2 (\pm 0,24)
Black (n= 123)	35,3 (\pm 0,27)	29,8 (\pm 0,20)
P value	0,279	0,399

* Differences between gender and race.

Table 2. Multiply Logistic Regression considering the LFM and Wfm variable in relation

to gender, ethnic and age.

Variable	Factor	p-value	Odds ratio	IC 95%
LFM	Gender	0,2539	1,4078	0,78 a 2,53
	Ethnic	0,0825	1,7859	0,93 a 3,44
	Age	0,1095	1,0784	0,98 a 1,18
WFM	Gender	0,3056	1,3649	0,75 a 2,48
	Ethnic	0,1045	1,7255	0,89 a 3,33
	Age	0,0066	1,204	1,05 a 1,38

FIGURE LEGEND

FIGURE 1 – Lower view of Brazilians human adult skulls. Images representative of the measures undertaken in the foramen magnum, the dashed lines represent the measurements of the anteroposterior and laterolateral from points A and B, respectively.

FIGURE 1

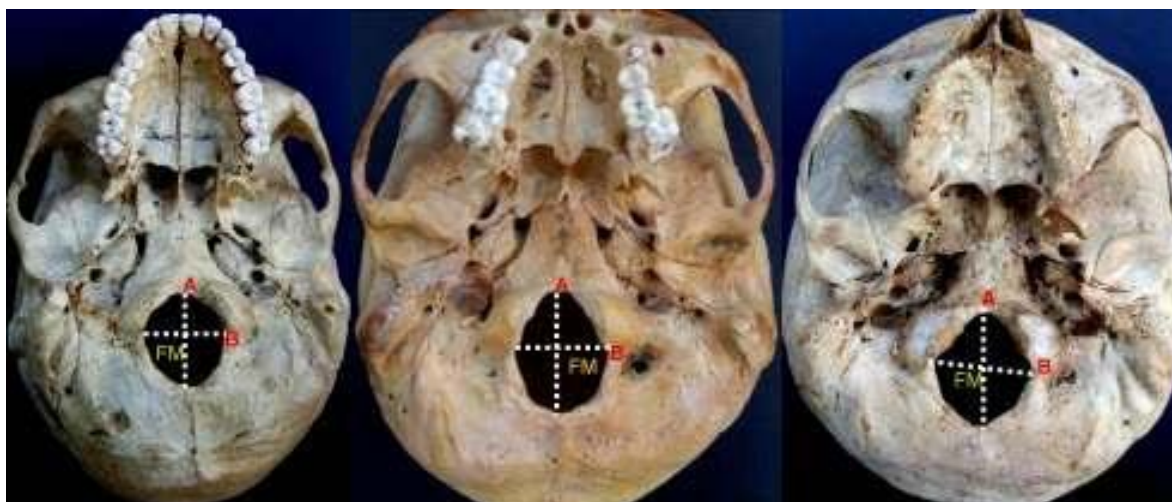
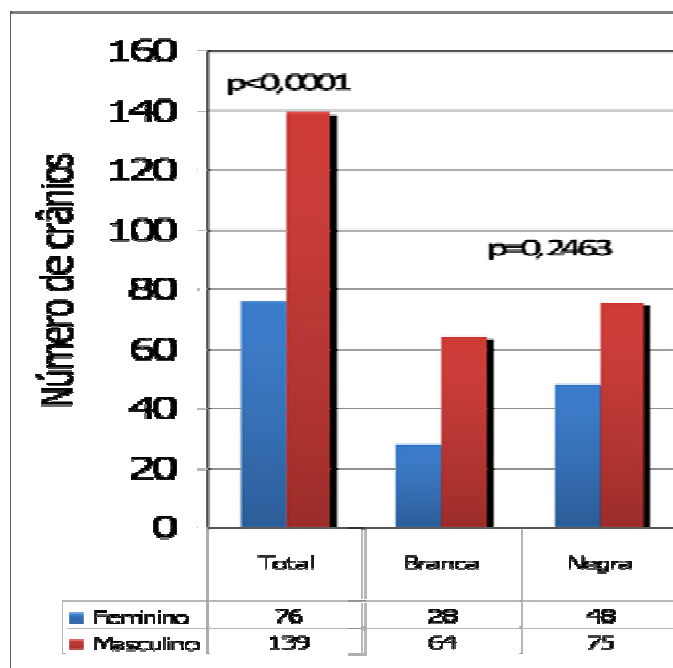


FIGURE 2 - shows the distribution of the 215 skulls with the size of the foramen magnum correlated with ethnicity and teeth.

FIGURE 2





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 "Emprego da função discriminante para a determinação do gênero de crânios humanos por meio de medidas cranométricas", protocolo nº **071/2007**, dos pesquisadores **CRISTIANO MANOEL e PAULO HENRIQUE FERREIRA CARLA**, satisfaz às exigências do Conselho Nacional de Saúde – Ministério da Saúde para as pesquisas em seres humanos e foi aprovado por este comitê em 02/11/2007.

The Ethics Committee in Research of the School of Dentistry of Piracicaba - State University of Campinas, certify that the project "Analysis of the discriminant function for the gender determination in human skulls by means of craniometric measurements", register number **071/2007**, of **CRISTIANO MANOEL and PAULO HENRIQUE FERREIRA CARLA**, 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 02/11/2007.


Prof. Cynthia Pereira Machado Tabchoury

Secretária
CEP/FOP/UNICAMP


Prof. Jacks Jorge Júnior
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 7.4



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



DECLARAÇÃO

As cópias de artigos de minha autoria ou de minha co-autoria, já publicados ou submetidos para publicação em revistas científicas ou anais de congressos sujeitos a arbitragem, que constam da minha Dissertação/Tese de Mestrado, intitulada "Avaliação Morfométrica de Crânios Humanos Brasileiros por meio de três Diferentes Metodologias", não infringem os dispositivos da Lei nº 9.610/98, nem o direito autoral de qualquer editora.

Piracicaba, 05 de março de 2009.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Cristiano Manoel", is written over a horizontal line.

CRISTIANO MANOEL
RG Nº 27.850.360-3
AUTOR

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Paulo Henrique Ferreira Caria", is written over a horizontal line.

PAULO HENRIQUE FERREIRA CARIA
RG Nº 4134014-2
ORIENTADOR