



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro Biomédico

Faculdade de Odontologia

Walter Edward Rospigliosi Sáenz

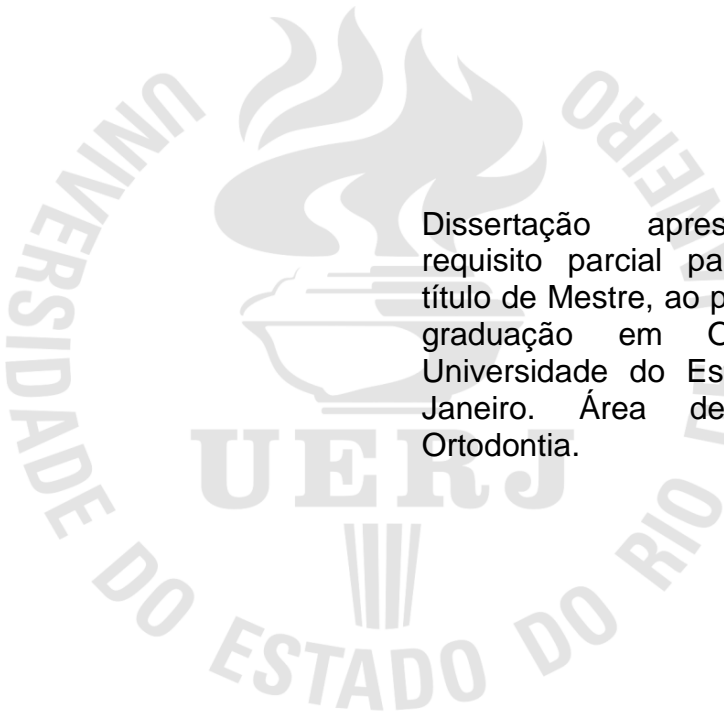
**Análise morfométrica das estruturas maxilo-mandibulares de
indivíduos pré-colombianos e contemporâneos da Costa Central do
Peru**

Rio de Janeiro

2014

Walter Edward Rospigliosi Sáenz

Análise morfométrica das estruturas maxilo-mandibulares de indivíduos pré-colombianos e contemporâneos da Costa Central do Peru



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção de título de Mestre, ao programa de Pós-graduação em Odontologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Ortodontia.

Orientadores: Prof.^a Dra. Flavia Raposo Gebara Artese

Prof.^a Dra. Cátia Cardoso Abdo Quintão

Rio de Janeiro

2014

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/CBB

R788 Rospigliosi Sáenz, Walter Edward.
Análise morfométrica das estruturas maxilo-madibulares de indivíduos pré-colombianos e contemporâneos da Costa Central do Peru / Walter Edward Rospigliosi Sáenz. – 2014.
66 f.

Orientadoras: Flavia Raposo Gebara Artese, Cátia Cardoso Abdo Quintão.
Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Odontologia.

1. Registro das relações mandibulares. 2. Índios da América do Sul – Aspectos biológicos. 3. Peruanos. 4. Evolução Biológica. 5. Má Oclusão. I. Artese, Flavia Raposo Gebara. II. Quintão, Cátia Cardoso Abdo. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Odontologia. IV. Título.

CDU
616.314

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Walter Edward Rospigliosi Sáenz

Análise morfométrica das estruturas maxilo-mandibulares de indivíduos pré-colombianos e contemporâneos da Costa Central do Peru

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção de título de Mestre, ao programa de Pós-graduação em Odontologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Ortodontia.

Aprovada em 26 de fevereiro de 2014.

Orientadores:

Prof.^a Dra. Flavia Raposo Gebara Artese
Faculdade de Odontologia - UERJ

Prof.^a Dra. Cátia Cardoso Abdo Quintão
Faculdade de Odontologia - UERJ

Banca examinadora:

Prof. Dr. Marco Antonio de Oliveira Almeida
Faculdade de Odontologia - UERJ

Prof. Dr. Felipe de Assis Ribeiro Carvalho
Faculdade de Odontologia - UERJ

Prof. Dr. Leandro Rabello Monteiro
Centro de Biociências e Biotecnologia - UENF

Rio de Janeiro

2014

DEDICATÓRIA

A minha esposa Paola e aos meus filhos, Lucciana e Bruno que me dão sempre a força e coragem necessária para assumir novos desafios na vida profissional.

Aos meus pais Ludy e Victor Raúl que me apoiaram nos momentos mais difíceis para que eu concluísse esta etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa que possibilitou a realização deste trabalho.

A minha esposa Paola, já que sem seu amor, apoio e compreensão, alguns momentos ao longo desses dois anos de Mestrado teriam sido muito difíceis.

Aos meus filhos Lucciana e Bruno por trazerem alegria e felicidade durante todo esse período, motivando constantemente a minha força para seguir em frente.

Agradeço eternamente aos meus pais, Ludy e Victor Raúl, por todo o carinho e amor e cujo constante exemplo de luta e trabalho ao longo de suas vidas me permitiu chegar até aqui. Foram eles quem me ensinaram o significado da palavra superação.

À minha orientadora Cátia Quintão, que me direcionou no planejamento deste trabalho. Obrigado por todos os ensinamentos, e por estimular sempre o meu interesse pelo conhecimento científico e pela vida acadêmica desde a época da especialização.

Um agradecimento especial a minha orientadora Flavia Artese, pela enorme dedicação e disponibilidade oferecida. Sua extraordinária capacidade analítica e ampla experiência acadêmica a tornam um elemento imprescindível na construção do conhecimento científico nesta instituição. Obrigado por ser durante este processo a maior motivadora na superação dos meus limites, contribuindo no meu crescimento acadêmico e também pessoal.

Aos Professores do curso de Pós-graduação em Ortodontia da Faculdade de Odontologia da UERJ, Prof. Álvaro Fernandes, Prof. Álvaro Mendes, Prof^a. Ione Brunharo, Prof. Jonas Capelli Jr., Prof. José Augusto Miguel, Prof. Marco Antônio Almeida, Prof^a. Maria Teresa Goldner, e aos jovens professores Cristiane Canavarro, Felipe Carvalho e Rhita Almeida pela oportunidade de compartilhar seus

conhecimentos e experiência clínica, enriquecendo significativamente a minha formação.

Ao Professor Leandro Rabello Monteiro por se dispor a me ensinar os caminhos da morfometria geométrica e que com sua simplicidade tornou o que parecia ser muito complicado em um processo lógico e compreensível. Obrigado por ter me recebido na UENF sempre que precisei. Sem os seus ensinamentos este trabalho não teria sido concluído.

Aos meus amigos de Mestrado Camila Dardengo, Nathália Palomares, Daniela Notaroberto, George Bueno, Diego Jr. Santos pela maneira tão amável e atenciosa com que me trataram durante o percorrer deste caminho juntos.

Aos amigos e colegas de Doutorado e Pós-doutorado Alexandre Franco, Flavio Carvalho, Fernanda Catharino, Raquel Medeiros, Tatiana Lima, Klaus Barreto e Andressa Otranto, que contribuíram direta ou indiretamente no enriquecimento da minha formação acadêmica.

As turmas de Especialização em Ortodontia por transmitirem indiretamente o entusiasmo, dedicação e excelente disposição nas atividades diárias do curso de especialização.

Às funcionárias do Departamento de Ortodontia da UERJ, Mônica Marques, Fernanda Galvão e Kátia Galvão porque quando precisei sempre me ajudaram com muita presteza.

Finalmente, não posso deixar de expressar o meu mais sincero agradecimento ao meu amigo e grande mestre Miguel Pardo Bancalari por me motivar a entrar no fascinante mundo da ortodontia no Brasil há 12 anos atrás e por sempre acreditar em mim.

Não existe triunfo sem perda, não há vitória sem sofrimento e nem liberdade sem sacrifício. A vitória pertence aquele que acredita nela por mais tempo. Cada minuto que passa é uma nova chance para mudar tudo para sempre. Lembre-se que o mundo está nas mãos daqueles que tem coragem de viver seus sonhos. Cada vez que vencemos um obstáculo, descobrimos que valeu a pena. Não há nada impossível, porque os sonhos de ontem são as esperanças de hoje e podem converter-se em realidade amanhã. Alcançar o sucesso na vida é a capacidade de enfrentar o fracasso sem perder o entusiasmo. Existe tempo para tudo, só basta acreditar que podemos ser capazes.

Desconhecido

RESUMO

ROSPIGLIOSI SÁENZ, Walter Edward. *Análise morfométrica das estruturas maxilo-mandibulares de indivíduos pré-colombianos e contemporâneos da Costa Central do Peru*. 2014. f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

O objetivo deste trabalho foi avaliar morfometricamente as modificações ocorridas ao longo de 500 anos nas estruturas maxilo-mandibulares de indivíduos da Costa Central do Peru. Foram utilizadas telerradiografias laterais de 30 crânios secos, sem deformidades esqueléticas e em normoclusão, do período Pré-colombiano (grupo Pré-colombiano) e de 30 peruanos nativos contemporâneos, com características esqueléticas e oclusais semelhantes, provenientes da mesma região geográfica (grupo Contemporâneo). Estas telerradiografias foram digitalizadas e 14 pontos cefalométricos foram marcados e utilizados como marcos anatômicos homólogos para a análise morfométrica. O tamanho do centróide, a forma e a alometria foram comparados entre os grupos para a amostra total, para homens e para mulheres, pelos testes de *one-way* ANOVA, função discriminante e regressão multivariada, respectivamente. As mesmas avaliações foram realizadas para homens e mulheres do mesmo grupo. O tamanho do centróide foi significativamente maior para o grupo Contemporâneo tanto para a amostra total, quanto para homens e mulheres, demonstrando que as estruturas maxilo-mandibulares dos indivíduos contemporâneos é maior do que de seus ancestrais. Quando homens e mulheres foram comparados intra-grupos o tamanho do centróide foi significativamente maior para os homens do grupo Contemporâneo, com a mesma tendência para os homens pré-colombianos, porém sem significância estatística. Observou-se diferenças significativas entre os grupos para a forma das estruturas maxilo-mandibulares indicando que ao longo do tempo houve um deslocamento posterior da região da pré-maxila e um deslocamento considerável para cima e para trás da apófise coronóide, uma abertura do ângulo na região goníaca e um alongamento no sentido vertical da região da sínfise mandibular. Essas mudanças morfológicas foram mais evidentes nas mulheres do que nos homens, parecendo haver maior efeito das tendências seculares nas mulheres. Não houve diferenças morfológicas entre homens e mulheres quando comparados intra-grupos, demonstrando que os resultados observados não foram influenciados pelo dimorfismo sexual. As diferenças de tamanho existentes intra-grupos foram responsáveis por apenas 6% das diferenças de forma, e portanto não há efeito causal do tamanho sobre as diferenças de forma observadas entre os grupos. Pode-se concluir que as diferenças morfológicas das estruturas maxilo-mandibulares encontradas neste estudo sugerem mudanças nas condições ambientais da população da Costa Central do Peru ao longo de 500 anos e podem contribuir para o melhor esclarecimento dos fatores etiológicos das más oclusões.

Palavras-chave: Morfometria geométrica. Tendências seculares. Estruturas maxilo-mandibulares.

ABSTRACT

ROSPIGLIOSI SÁENZ, Walter Edward. *Morphometric analysis of the maxillo-mandibular structures of individuals pre-Columbian and modern the central coast of Peru*. 2014. f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

The purpose of this study was to perform a morphometric evaluation of the changes in the maxillo-mandibular structures of individuals of the Central Coast of Peru along 500 years. The sample consisted of lateral cephalometric radiographs of 30 dry skulls of the pre-columbian era, without skeletal deformities and in normocclusion (Pre-columbian group) and of 30 contemporaneous native Peruvians, with similar skeletal and occlusal characteristics, from the same geographical region (Contemporaneous group). These radiographs were digitized and 14 cephalometric points were used as homologous anatomic landmarks for the morphometric analysis. Centroid size, shape and allometry were compared between groups for the whole sample, for males and for females by the one-way Anova, discriminant analysis and multivariate regression, respectively. The same evaluations were performed between males and females of the same groups. Centroid size was significantly larger for the Contemporaneous group for the total sample, as well as for males and for females, demonstrating that the maxillo-mandibular structures of the contemporaneous individuals are larger than those of their ancestors. When males and females were compared in the same group, centroid size was significantly larger for contemporaneous males, with the same tendency for pre-columbian males, but with no statistical significance. Significant differences between groups were found for maxillo-mandibular shape, indicating that there was a posterior displacement of the premaxilla, a considerable backward and upward displacement of the coronoid process, an opening of the gonial angle and a vertical elongation of the mandibular symphysis, along time. These changes were more evident in females than in males, suggesting a greater effect of secular trends in women. There were no morphological differences between males and females of the same group, demonstrating that these results were not influenced by sexual dimorphism. Differences in size for each group were responsible for only 6% of morphological differences, therefore, size has no causal effect on shape differences observed between groups. It can be concluded that the morphological differences of the maxillo-mandibular structures found in this study suggest that in 500 years there were environmental changes in the population of the Central Coast of Peru and these findings can contribute for the better understanding of the etiology of malocclusions.

Key words: Geometric morphometry. Secular trends. Maxillo-mandibular structures.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Palácio de Puruchuco, localizado no sítio arqueológico de Puruchuco-Huaquerones.....	15
Figura 2 -	Localização do sítio arqueológico de Puruchuco-Huaquerones (PH), na Costa Central do Peru, há 12 km da cidade de Lima.....	15
Figura 3 -	Exemplo de um sepultamento intacto do período horizonte tardio de Puruchuco-Huaquerones.....	16
Figura 4 -	Grade de deformação, descrita por Thompson, para representar as variações de forma de quatro gêneros de peixes, sem uso de pontos de referencia precisos.....	21
Figura 5 -	Esquema mostrando os passos da análise morfométrica nos diferentes espaços morfométricos.....	23
Figura 6 -	Representação visual mostrando o centróide ou posição média dos 16 marcos anatômicos de um espécime.....	26
Figura 7 -	Representação geométrica mostrando o método para o cálculo do tamanho do centróide (TC) em uma configuração de quatro coordenadas cartesianas em duas dimensões.....	26
Figura 8 -	Exemplo de superposição de Procrustes.....	27
Figura 9 -	Alinhamento ideal entre os triângulos W e X ,alcançado pela rotação de W em torno do centróide através de um desconhecido ângulo θ , para minimizar a raiz quadrada da soma dos quadrados das distâncias d1, d2 e d3.....	28
Figura 10 -	Crânio pertencente ao grupo Pré-colombiano.....	31
Figura 11 -	Fotografias faciais e oclusais de um indivíduo do grupo contemporâneo.....	32

Figura 12 - Posicionamento de crânio seco no cefalostato para obtenção da telerradiografia lateral.....	33
Figura 13 - Método para determinação do paralelismo do plano de Frankfurt durante o posicionamento do crânio seco no cefalostato.....	34
Figura 14 - Posicionamento do individuo no cefalostato.....	35
Figura 15 - Telerradiografias de perfil de cada grupo da amostra após digitalização.....	36
Figura 16 - Digitalização do pontos cefalométricos utilizados como marcos anatômicos no programa TpsDig2	38
Figura 17 - Configuração média (consensus) da amostra total de Pré-colombianos e Contemporâneos.....	39
Figura 18 - Média do tamanho do centróide em milímetros para os grupos Pré-colombiano e Contemporâneo para a amostra total, homens e mulheres. As médias foram comparadas através do teste de <i>one-way</i> ANOVA (**= $P < 0,0001$).....	44
Figura 19 - Representação gráfica (x2) das diferenças de forma entre a configuração média de cada grupo, determinada pela análise de função discriminante.....	45
Figura 20 - Representação gráfica x2 das diferenças de forma entre a configuração média de homens (azul) e mulheres (vermelho), determinada pela análise de função discriminante.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Abreviação e descrição dos pontos cefalométricos utilizados.....	37
Tabela 2 -	Média dos Índices de Correlação Intraclass (ICC) e os ICC para as coordenadas x e y de cada marco anatômico	41
Tabela 3 -	Distribuição da amostra de acordo com os grupos, a idade e o sexo	42
Tabela 4 -	Número de observações e percentual classificado para cada grupo pelo teste de <i>Crossvalidation</i>	47
Tabela 5 -	Número de observações e percentual classificado intra-grupos pelo teste de <i>Cross validation</i>	48

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	13
1	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
1.1	A Cultura Peruana do Período Horizonte Tardio (1470-1540).....	14
1.2	Desenvolvimento craniofacial e função.....	17
1.2.1	<u>Hábitos alimentares e seus efeitos no desenvolvimento craniofacial.....</u>	18
1.3	Morfometria.....	20
1.3.1	<u>Morfometria tradicional.....</u>	22
1.3.2	<u>Morfometria geométrica.....</u>	24
2	PROPOSIÇÃO.....	30
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1	Seleção da amostra.....	31
3.2	Método de obtenção das radiografias.....	33
3.3	Digitalização das imagens e estabelecimento dos marcos anatômicos.....	36
3.4	Método Morfométrico.....	38
3.5	Análise Estatística.....	40
4	RESULTADOS.....	41
4.1	Reprodutibilidade Intra-avaliador.....	41
4.2	Características da Amostra.....	42
4.3	Análise Morfométrica.....	43
4.3.1	<u>Tamanho do Centróide.....</u>	43
4.3.2	<u>Comparação de Forma.....</u>	44
4.3.3	<u>Alometria.....</u>	48
5	DISCUSSÃO.....	49
5.1	Discussão do Método.....	49
5.2	Discussão dos Resultado.....	51
	CONCLUSÕES.....	55
	REFERÊNCIAS.....	56
	ANEXO.....	62

INTRODUÇÃO

Vários estudos demonstram que, ao longo dos séculos, notáveis mudanças de tamanho e forma aconteceram tanto no crânio quanto na maxila¹⁻⁴. Porém, dada sua articulação direta com a base do crânio, mudanças morfológicas também têm sido descritas na mandíbula⁵.

Diversos fatores envolvidos nestas variações foram sugeridos por alguns autores e, em geral, incluem as modificações ambientais, no estilo de vida e nos hábitos alimentares, que têm ocorrido nas sociedades industrializadas durante os últimos séculos⁴⁻⁷. Estas mudanças culturais observadas nas sociedades contemporâneas poderiam ter afetado a morfologia mandibular; pois os alimentos tornaram-se altamente processados e as forças mastigatórias podem ter sido aliviadas colocando menos pressão na mandíbula e diminuindo a atividade muscular, especificamente dos masseteres que são responsáveis pela mastigação⁵.

Existem evidências que mostram uma notável diminuição das forças durante a mastigação em populações modernas. Foi encontrado que o número de ciclos mastigatórios e o tempo de mastigação diminuiu com as dietas atuais. Então, é provável que uma redução da força durante a mastigação e a consequente falta de estímulo muscular sejam fatores que afetem adversamente o apropriado crescimento mandibular⁴.

Apesar de haver diversas publicações a respeito das mudanças geracionais ocorridas ao longo do tempo no complexo craniofacial, atualmente a literatura não apresenta muitos estudos que descrevam as prováveis mudanças de forma maxilo-mandibulares em populações modernas quando comparadas com populações antigas. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar, através de morfometria geométrica, as tendências seculares das estruturas maxilo-mandibulares comparando uma amostra de indivíduos pré-colombianos (1470-1540) e modernos da Costa Central do Peru.

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 A Cultura Peruana do Período Horizonte Tardio (1470-1540)

As origens da cultura peruana incaica datam da época de 1000 D.C. Porém, não existem relatos diretos sobre eles, já que não tiveram um sistema formal de escrita. Estudos arqueológicos sobre o início do estabelecimento desta cultura são limitados, não obstante, mitos sobre sua origem foram registrados por vários cronistas, os quais apontam sempre para um local chamado de Pacaritambo ou Pacariqtambo cerca de 30 km ao sudeste de Cuzco⁸.

Uma das evidências arquitetônicas mais significativas para a análise do período horizonte tardio da costa Peruana foi o palácio de Puruchuco⁹⁻¹¹ (Fig. 1). Pesquisas indicaram que este edifício foi construído durante esta época^{9, 10}. Presume-se que foi a residência e o centro administrativo do governante local conhecido como “Curaca” que pertenceu à nobreza inca¹².

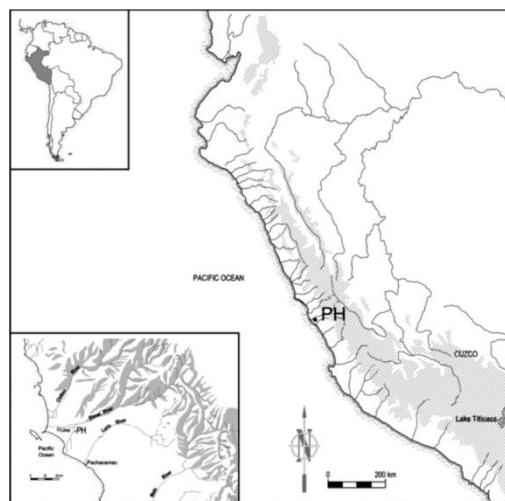
Atualmente, este local é conhecido como o sítio arqueológico de Puruchuco-Huaquerones, localizado no vale Rimac, no distrito de Até Vitarte, província e departamento de Lima, na Costa Central do Peru, a aproximadamente 12 km ao sudeste da cidade de Lima (Fig. 2). Este sítio está compreendido entre duas colinas, Puruchuco e Huaquerones¹³.

Tabío¹⁰, fez a diferenciação entre Puruchuco, lugar onde encontra-se o Palácio; e o vale Huaquerones, onde está localizado o cemitério inca. Em 1999, dez anos após a ocupação ilegal do cemitério, foi realizado o projeto de resgate arqueológico dentro da área ocupada pelo vilarejo. Em 2001, fizeram-se as primeiras escavações com a finalidade de recuperar tumbas de indivíduos pertencentes à nobreza. A preservação dos restos humanos e culturais variava de pobre a excelente¹⁴.

Figura 1- Palácio de Puruchuco, localizado no sítio arqueológico de Puruchuco-Huaquerones.



Figura 2- Localização do sítio arqueológico de Puruchuco-Huaquerones (PH), na Costa Central do Peru, há 12 km da cidade de Lima.



A identificação de características específicas em cerâmicas, assim como nos tecidos encontrados no sítio arqueológico forneceram informações a respeito das habilidades como tecelões que tiveram os habitantes de Puruchuco-Huaquerones. A presença de vasos cerâmicos de estilo Inca, assim como padrões estilísticos incaicos e detalhes nas bolsas de tecido, datam os enterros no período da chegada do Inca ao vale Rímac até aproximadamente a chegada dos europeus, no período de 1470 D.C.-1540 D.C.¹⁵

Os padrões mortuários do período Horizonte Tardio dos sepulcros de adultos eram muito similares nos dois cemitérios: indivíduos sentados em posição flexionada com a face voltada para o nordeste, envolvidos em tecido¹⁵ (Fig. 3). As oferendas mortuárias incluíam tecidos, cerâmicas, instrumentos musicais, instrumentos de

tecelagem, feijão, milho, abóbora, conchas espinhosas de ostra ou outras conchas, bolsas de tecido e tesouras de metal^{15, 16}.

Figura 3 - Exemplo de um sepultamento intacto do período Horizonte Tardio de Puruchuco-Huaquerones.



O contexto mortuário de Huaquerones exhibe evidência de diferenciação social, pois alguns jazigos eram mais elaborados, com pacotes maiores, oferendas de maior qualidade e em maior quantidade. Parte dos sepulcros de Huaquerones possuía falsas-cabeças nos invólucros de tecidos e poderiam representar os indivíduos que receberam mais preparação e elaboração^{15, 16}. Os achados do sítio arqueológico de Puruchuco-Huaquerones contribuíram de forma expressiva para o conhecimento dos hábitos sociais e culturais da população peruana incaica da Costa Central do Peru durante os períodos *Intermedio temprano* e *Horizonte tardio*¹⁴.

1.2 Desenvolvimento craniofacial e função

A morfologia geral do complexo craniofacial é determinada geneticamente, embora claras variações sejam atribuíveis a fatores ambientais. A influência das

forças as quais as suturas são expostas (tração, compressão, cisalhamento) pela função dos músculos mastigatórios será refletido na sua morfologia ¹⁷.

O complexo craniofacial é uma região onde as funções são realizadas por um componente funcional craniano, composto de duas partes: uma matriz funcional (músculos, glândulas, nervos, vasos e demais tecidos moles) que realizam a função, e uma unidade esquelética (osso, cartilagem ou tendões), cujo papel biomecânico é proteger e/ou suportar sua matriz funcional específica. Isto implica no fato de que todas as mudanças em tamanho, forma e posição espacial das unidades esqueléticas, são secundárias e compensatórias às alterações temporais primárias em suas matrizes funcionais específicas. Portanto, existe uma dependência funcional entre as unidades esqueléticas e as matrizes funcionais específicas, gerando respostas adaptativas por alterações ou mudanças em qualquer um dos componentes ¹⁸.

Os músculos mastigatórios são o primeiro grupo de músculos voluntários que atua depois do nascimento, pois é pela sua função que a nutrição é realizada. Muito antes do que a criança possa sustentar a sua cabeça, ou obter controle sobre outras estruturas, os músculos mastigatórios já estão altamente desenvolvidos e são usados com grande vigor. A elevada força durante a atividade muscular é também exercida sobre os ossos do complexo craniofacial influenciando no seu desenvolvimento. Isto foi observado em diversas experiências com animais que mostraram como mudanças unilaterais nas estruturas dentárias podem afetar a forma e a estrutura do crânio ¹⁹.

Estudos sobre o processamento dos alimentos têm demonstrado o seu efeito sobre a morfologia mandibular ^{20-25 26}, acredita-se que os músculos elevadores da mandíbula influenciem nas dimensões transversal e vertical da face. A hiperfunção mastigatória pode levar a um incremento do crescimento sutural e aposição óssea, resultando em aumento do crescimento transversal da maxila; um padrão de crescimento rotacional anterior e um processo condilar e coronóide bem desenvolvidos.

1.2.1 Hábitos alimentares e seus efeitos no desenvolvimento craniofacial.

Resultados de estudos suportam a hipótese de que o crescimento do complexo craniofacial é regulado pela força mastigatória e sugerem que tanto as alterações dimensionais, assim como a falta de atrito dentário, poderiam contribuir com uma alta prevalência de más oclusões em indivíduos modernos ²⁷ pela redução de estímulo mastigatório nas dietas atuais ²⁸. Portanto, sugere-se o envolvimento de fatores ambientais na etiologia das más oclusões em populações modernas ²⁵.

O homem civilizado apresenta relativamente pouco desgaste dentário das superfícies oclusais, porém diversos estudos tem mostrado que sociedades mais primitivas possuíam dentes com graus acentuados de desgaste ^{29,30, 31}. Provavelmente, esses desgastes foram devidos a vários fatores como o seu primitivo modo de viver, os métodos de preparação dos alimentos e a natureza abrasiva da sua dieta, assim como a utilização dos seus dentes como ferramentas e armas. O uso do pilão de pedra e madeira para triturar os alimentos, assim como a colocação de pequenas pedras aquecidas, muitas vezes colocadas para facilitar o aquecimento do alimento, incorporaram também quantidades consideráveis de substâncias abrasivas durante a preparação dos alimentos ³².

De fato, alguns estudos demonstraram que existe uma notável tendência de redução das dimensões mandibulares nas populações modernas quando comparadas com amostras medievais ^{33,34,35}, assim como estreitamento dos arcos maxilares ^{36,37}, o que talvez possa ser atribuído às diferenças nos hábitos alimentares. Além disso, estudos em animais demonstraram que o crescimento no sentido transversal da maxila, depende do estímulo fornecido pela inclusão de alimentos duros na dieta. O grau de estreitamento e colapso da maxila dos animais pode ser previsto pela quantidade de tempo que mastigam alimentos de consistência dura ⁶.

Mensurações diretas na mandíbula foram utilizadas para determinar as características dimensionais entre mandíbulas de populações ancestrais e modernas. Constatou-se um nível significativo de estreitamento e redução nas áreas de maior fixação muscular das mandíbulas modernas, e estes resultados foram interpretados como um subdesenvolvimento causado por mudanças ambientais ⁴.

Mudanças esqueléticas também foram avaliadas ao longo do tempo, através de comparações de medidas cefalométricas. Ingervall ³⁸ e Seddon ³⁹ avaliaram as mudanças morfológicas que ocorreram em um período de 160 anos na Suécia. Neste estudo, o tamanho do crânio nos indivíduos modernos apresentou-se maior, apresentando prognatismo maxilar e um ângulo goníaco maior ³⁹, assim como arcos estreitos na região dos molares.

Luther ³⁵ comparou 31 crânios medievais e 32 modernos com o objetivo de determinar as causas do aumento da severidade e prevalência das más oclusões em populações atuais. Os resultados mostraram mudanças na base do crânio e na mandíbula, apresentando um ângulo goníaco mais obtuso. Posteriormente, ROCK ⁴⁰, avaliaram as mudanças de tamanho e forma usando a mesma metodologia. Telerradiografias laterais de crânios de populações Britânicas, foram obtidas de três grupos de indivíduos: 30 crânios pertencentes ao século XIV, 54 ao século XVI e 31 de indivíduos modernos. Os autores concluíram que os antepassados medievais tinham faces mais proeminentes e abóbadas cranianas menores do que os indivíduos modernos.

No entanto, é importante considerar que a análise cefalométrica possui várias limitações para determinar o efeito localizado de crescimento e das mudanças de forma e tamanho em estruturas biológicas ^{41,42,43,44}; O uso de medidas angulares e lineares não fornece informação suficiente para descrever a forma como um todo, tendo em vista que os organismos são estruturas multidimensionais ⁴⁵. Além disso, as medidas utilizadas nessas análises, só calculam a magnitude de vetores entre os pontos cefalométricos, sem determinar sua direção ⁴⁶. A partir da década de 80, alguns novos métodos de morfometria geométrica surgiram para descrever mudanças de forma ⁴⁷, tanto quanto para quantificá-las ^{48,49,50}.

Jonke et al ⁴³. utilizaram telerradiografias laterais para avaliar através da morfometria geométrica as tendências seculares em três populações (22 crânios pertencentes à Idade do Bronze, 140 crânios ao século XIX e 154 soldados contemporâneos). Os resultados obtidos mostraram que houve variação alométrica significativa entre os grupos do século XIX e os contemporâneos, demonstrando que os indivíduos modernos são maiores do que seus ancestrais ⁵¹ e apresentando como causas as melhoras nutricionais, cuidados médicos e outros fatores socioeconômicos.

Também utilizando métodos morfométricos, Defraia et al. ⁵² avaliaram se

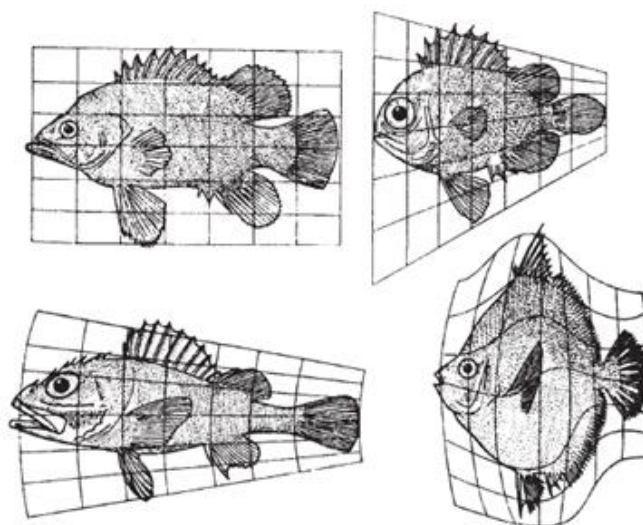
existia diferença de forma no complexo craniofacial entre duas amostras da mesma região, porém de épocas diferentes. Telerradiografias laterais de 35 crânios pertencentes ao século XIX foram comparadas com 43 de jovens adultos. Os resultados mostraram uma evidente mudança de forma na configuração da mandíbula nos pontos cefalométricos condílio, pogônio e mento, assim como um alongamento posterior da maxila. Os autores concluíram que os indivíduos contemporâneos apresentam uma base craniana mais fechada, uma tendência à maxila retruída e mandíbula mais protruída; associando estas mudanças a influências ambientais, na consistência alimentar e efeito da função muscular.

Os estudos sobre mudanças morfológicas no complexo craniofacial entre populações de diferentes épocas ainda não mostram achados e explicações consistentes, muito possivelmente devido às diferentes origens das amostras ou pela diversidade dos métodos utilizados. Avaliações morfométricas comparativas entre populações da mesma região, abrangendo amplos períodos de tempo, ainda devem ser realizadas, com o intuito de contribuir para o esclarecimento dos resultados até hoje encontrados ⁴³.

1.3 Morfometria

Um dos principais focos da comunidade científica, desde o início do desenvolvimento da História Natural, foi sempre relacionado ao estudo das variações de forma e tamanho dos organismos e suas estruturas na natureza ⁴⁵. No entanto, a técnica para estudar estas variações, proposta por THOMPSON ⁵³, consistia em representar a mudança de uma forma para outra, através de um objeto matemático simples, que é o mapeamento de uma forma dentro da outra, e em seguida visualizando esse objeto matemático. Thompson fazia estas grades visualmente (Fig. 4), sem uso de pontos de referência precisos, uma vez que as funções matemáticas para mapear e representar precisamente estas deformações não eram conhecidas ⁴⁵. Esta análise de forma semi-quantitativa não considerava o crescimento diferencial ou mudanças relativas do tamanho e não permitia um estudo estatístico dessas variações ⁵⁴.

Figura 4 - Grade de deformação, descrita por Thompson, para representar as variações de forma de quatro gêneros de peixes, sem uso de pontos de referencia precisos.



Por outro lado, a escola biométrica que tentava estudar a variação da forma através de comparações entre várias medidas intra e intergrupais, começaram a utilizar análises multivariadas em grupos de variáveis quantitativas, como comprimento, largura, altura e ângulos. Porém, notou-se que mesmo que as medidas descrevessem qualquer estrutura, estas não eram suficientes para descrever a forma como um todo, já que as estruturas biológicas dos organismos são multidimensionais ⁴⁵.

As comparações entre os grupos eram baseadas na análise das diferenças entre dimensões lineares e a forma era considerada uma qualidade da estrutura que podia ser descrita em detalhes, mas não podia ser analisada quantitativamente ⁵⁵. Desta maneira, a escola biométrica, que se iniciou com questões estritamente morfométricas, acabou chegando a um dilema: os dados usados por suas técnicas estatísticas não incorporavam nenhuma informação sobre a geometria da forma biológica ⁴⁵. Diversos métodos foram propostos para a análise de forma independentemente do tamanho ^{56,57}, mas nenhum conseguiu resultados adequados.

Apesar da clara e antiga necessidade da quantificação da variação da forma, a metodologia apropriada para realizar as descrições geométricas com análises estatísticas só foi idealizada no final da década de 80 ⁵⁴.

1.3.1 Morfometria tradicional

A morfometria tradicional é o estudo da variação e covariação de medidas de distância, sejam entre pares de pontos correspondentes anatomicamente ou entre pontos de tangência. Ou seja, é o estudo de como e quanto estas medidas variam, e de como e quanto estão relacionadas entre si ⁴⁵.

Durante muito tempo, o termo morfometria foi utilizado para qualquer estudo que analisasse quantitativamente a variação da morfologia encontrada nos organismos. Este termo foi usado por Blackith ⁵⁸ para indicar métodos que serviam para medir a distância de forma entre as espécies e, a partir daí, construir fenogramas ⁵⁴, isto é, diagramas em forma de árvore onde o comprimento de um ramo é proporcional ao grau de semelhança fenotípica das espécies.

Entretanto, notou-se que o conjunto de medidas que descreviam qualquer estrutura biológica, através deste método, não eram suficientes para descrever a forma como um todo, considerando que os organismos estudados são multidimensionais ⁴⁵. No entanto, devido à alta correlação das variáveis lineares com o tamanho, diversos métodos de correção foram propostos com o objetivo de extrair os efeitos de tamanho e considerar somente as variáveis que descrevem a forma pura do objeto ⁶⁶.

Por outro lado, a definição das variáveis na morfometria tradicional, não era realizada de acordo com o critério de homologia biológica, isto é, correspondência biológica da posição de marcos de forma para forma ⁵⁴. Portanto, esta condição não permitia uma interpretação apropriada das variações que poderiam ter sido estabelecidas entre os organismos ⁵⁵. Além disso, as análises realizadas com a morfometria tradicional, não permitem a recuperação da forma em estudo, devido ao fato das matrizes que contêm as informações, serem baseadas em dados unidimensionais, ou seja, só podem fornecer uma representação abstrata da estrutura ⁵⁹.

1.3.2 Morfometria geométrica

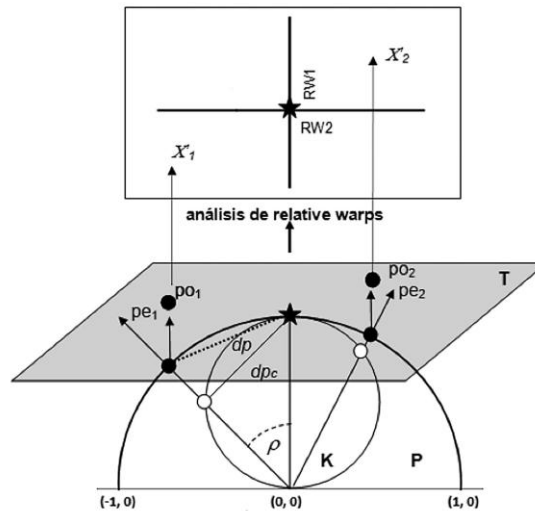
A morfometria passou por uma “revolução” metodológica, a qual estava ligada à maneira de medir as variações entre os organismos estudados ⁵⁹, que culminou com a criação de uma área de pesquisa na fronteira entre a biologia, a estatística e a geometria ⁵⁴. A inclusão de conceitos geométricos passou a utilizar a definição fundamental de forma como toda informação geométrica que é resultado da remoção dos efeitos de tamanho, posição e orientação de um objeto ^{48, 60, 61}.

Bookstein ⁴⁷ propôs um método geométrico, baseado em coordenadas de forma, para estudar diferenças morfológicas em amostras, descrevendo a criação de um espaço multidimensional para análises morfométricas em configurações de marcos anatômicos. Goodall ⁶² já tinha proposto um teste estatístico para essas diferenças de configurações de marcos anatômicos em um espaço multidimensional diferente de coordenadas de forma; e Kendall ⁶³ também tinha descrito as propriedades desse espaço, mas com aplicações diferentes da morfometria.

Posteriormente, Bookstein ⁶⁴ propõe a convergência dos espaços de forma também construídos por Goodall e Kendall, indicando que eles trabalhavam com a variação estatística de forma em um espaço curvo geodésico ou Riemanniano, enquanto Bookstein trabalhava em um espaço morfométrico linear ou Euclidiano, tangente ao espaço de Kendall, próximo da configuração média de marcos anatômicos (Fig. 5).

Neste espaço multidimensional de Kendall cada forma é representada por um ponto e o sistema de medidas utilizado são distâncias geodésicas, chamadas de distâncias de Procrustes ⁶⁵. Os pontos nesse espaço de forma podem ser projetados em um espaço linear tangente de modo que as distâncias lineares entre os pares de pontos correspondam e são consideradas boas estimativas das distâncias de Procrustes originais ⁴⁵.

Figura 5 - Esquema mostrando os passos da análise morfométrica nos diferentes espaços morfométricos. Os espaços P e K contêm as matrizes de dados logo da eliminação das diferenças devido à translação, rotação e proporcionalização (círculos brancos e pretos).



Legenda: (P) espaço da pré-forma, (K) espaço de forma de Kendall e (T) espaço linear tangente.

A morfometria geométrica surgiu no início dos anos 90, com o intuito de descrever, localizar e representar a geometria das estruturas estudadas através de dados correspondentes a coordenadas cartesianas ⁴⁵. Ou seja, existia nessa época uma busca por métodos que vinculassem o caráter geométrico das formas biológicas e a possibilidade de um tratamento estatístico de variação ⁵⁴.

O desenvolvimento e aprimoramento tecnológico e estatístico auxiliaram a estabelecer metodologias para medir e quantificar as diferenças entre os organismos, assim como, encontrar as associações que permitam explicar as diferenças observadas ⁵⁵. A partir desse momento, a morfometria foi definida como o estudo estatístico da covariância entre mudanças de forma e fatores causais ⁶⁷.

Existe uma diversidade de tipos de dados utilizados nos estudos morfométricos. Porém, na morfometria geométrica os mais utilizados na atualidade são os contornos e os marcos anatômicos ⁵⁵.

O contorno é a delimitação das estruturas biológicas que não apresenta um número suficiente de marcos anatômicos identificáveis. É baseado na suposição de que a borda de uma estrutura é homóloga à borda de outra com a qual está sendo comparada. Nestes casos, a forma pode ser descrita em termos de coordenadas cartesianas de uma sequência de pontos, sem correspondência biológica entre

espécimes, ao longo do contorno da estrutura ou organismo em estudo. Ou seja, não há pontos anatômicos que possam ser positivamente identificados como homólogos entre os diferentes grupos ⁵⁴.

O marco anatômico é o tipo de dado mais rico em informação, porque ele é um ponto claramente diferenciável das estruturas adjacentes. Neste caso, a correspondência anatômica ou homologia entre os pontos é facilmente estabelecida entre as estruturas a serem estudadas, correspondendo a um ponto definido no espaço (exemplo: um ponto cefalométrico) ^{48, 68, 69}.

As coordenadas dos marcos anatômicos são obtidas quando localizamos os pontos na figura bidimensional ou tridimensional em um sistema de eixos ⁴⁸, assim uma estrutura ou espécime pode ser visualizada como um vetor de coordenadas, onde o primeiro valor será a coordenada X do primeiro marco (1X), o segundo será a coordenada Y do primeiro marco (1Y) ⁶⁹.

Toda configuração de marcos anatômicos tem um centro geométrico ou centróide (Fig. 6), que é o ponto que descreve sua posição no espaço morfométrico ou matemático multi-dimensional. A medida de tamanho mais comumente utilizada em morfometria geométrica é o tamanho do centróide (Fig. 7), que corresponde à raiz quadrada da soma das distâncias ao quadrado de cada marco anatômico desde o centróide ⁷⁰. Esta medida corresponde a um conceito geométrico independente da forma e da estrutura, de maneira que dois espécimes podem ser completamente diferentes e ter o mesmo tamanho de centróide.

Uma vez definido o tamanho do centróide, este pode ser redimensionado, de maneira a levar várias configurações a um tamanho comum.

Figura 6 - Representação visual mostrando o centróide ou posição média dos 16 marcos anatômicos de um espécime.

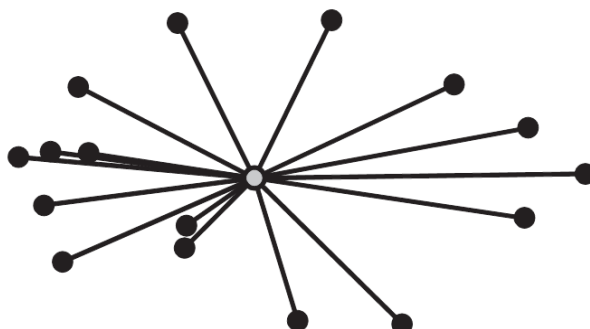
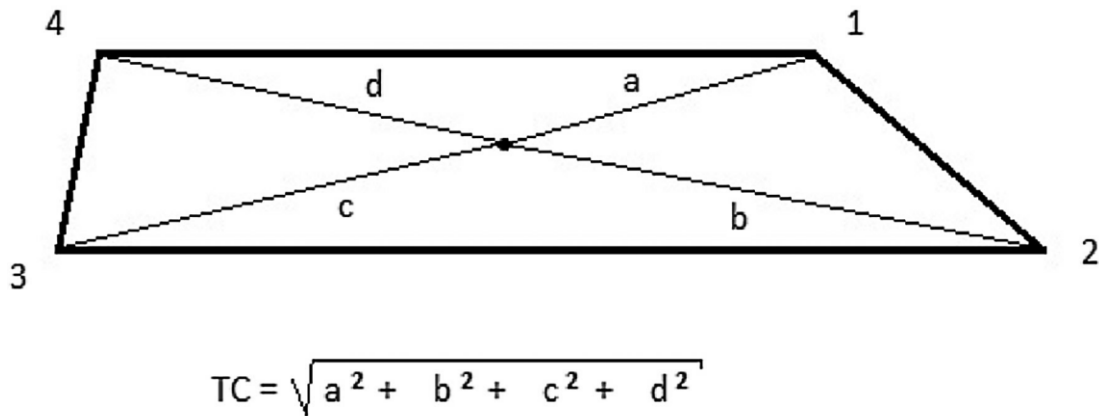


Figura 7 - Representação geométrica mostrando o método para o cálculo do tamanho do centróide (TC) em uma configuração de quatro coordenadas cartesianas em duas dimensões.



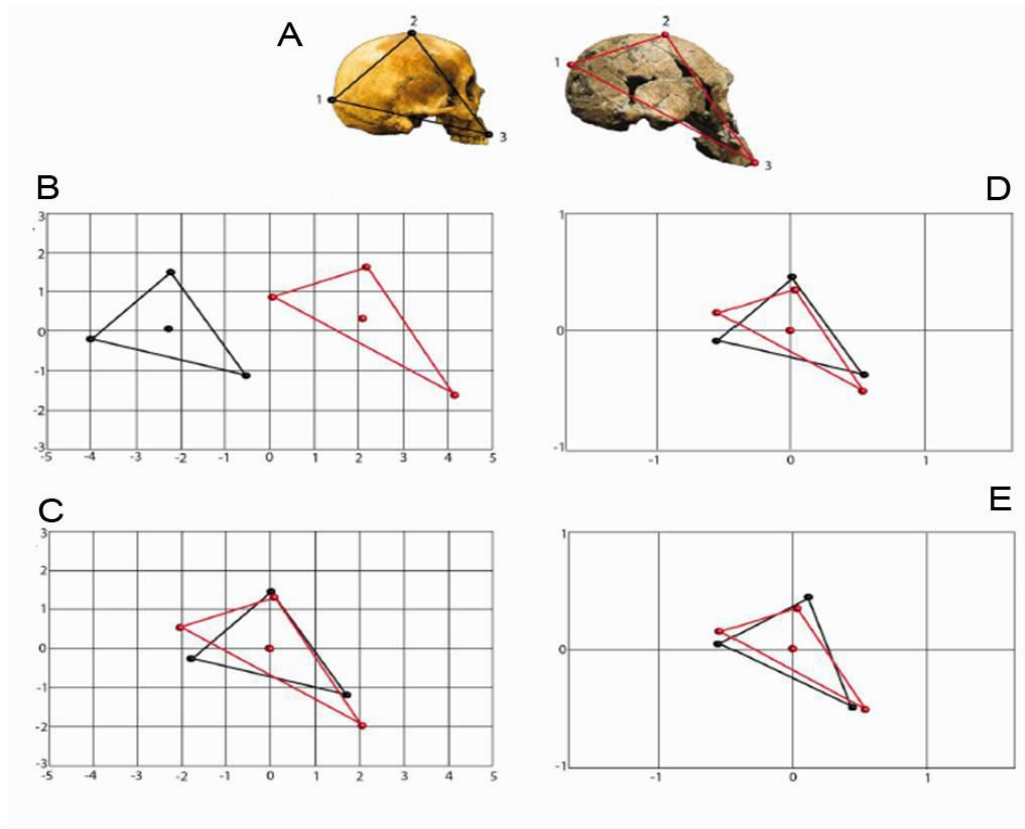
Legenda: Distâncias Euclidianas (a, b, c, d). Marcos anatômicos da configuração (1, 2, 3, 4).

As coordenadas dos marcos anatômicos não somente abrangem informação sobre tamanho e forma da configuração, mas também sua posição e orientação. Por isso, esses dados diretamente não são os mais adequados para a análise estatística ⁷¹.

O método mais comum para separar forma de tamanho e dos parâmetros indesejáveis, posição e orientação, é a análise de Procrustes (Fig. 8) ^{72,73}. Este método compreende três passos:

- a) translação da configuração de todos os pontos para o mesmo centróide;
- b) redimensionamento de toda a configuração para o mesmo tamanho do centróide; e
- c) rotação iterativa de toda a configuração até que a distância da soma dos quadrados entre os marcos anatômicos e seus correspondentes seja mínima.

Figura 8 - Exemplo de superposição de Procrustes.



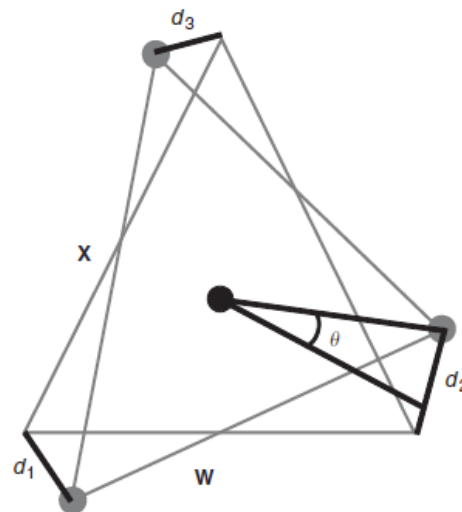
Legenda: A. Marcos anatômicos estabelecidos em dois crânios humanos. B. Coordenadas cartesianas (x,y) são registradas para os marcos anatômicos e para o centróide de cada configuração. C. Translação de ambas as configurações tendo como referência o centróide. D. Redimensionamento de modo que ambas possuam o mesmo tamanho de centróide. E. Rotação das configurações ao redor do centróide para minimizar diferenças entre cada configuração e sua referência, buscando minimizar a soma das diferenças ao quadrado entre todos os pontos homólogos, denominada distância de Procrustes.

As coordenadas resultantes deste procedimento são chamadas de configuração de consenso (de referência ou tangente) que é o ponto de tangência entre os dois espaços e representa a forma através da qual todas as outras serão comparadas. Para o cálculo é realizada a sobreposição generalizada por quadrados mínimos (*Generalized Least-Square Superimposition*)⁷³.

As distâncias Euclidianas entre duas configurações é chamada de distância de Procrustes calculada como a soma dos quadrados das distâncias entre os pontos correspondentes ou homólogos de uma configuração (Fig. 9), sendo uma maneira de se medir a diferença de forma entre duas estruturas⁴⁸. Como os métodos estatísticos pressupõem um espaço linear (distâncias euclidianas), estes não

poderiam ser aplicados às distâncias de Procrustes, que são provenientes de espaços não-euclidianos (curvos) podendo apresentar resultados que não se adequam à realidade dos dados ⁵⁴. Por esse motivo, utiliza-se uma projeção do espaço de Kendall, para um espaço de forma tradicional ou Euclidiano. Uma projeção análoga é a do globo terrestre sobre uma superfície bi-dimensional ^{45, 69}. Portanto, os pontos ou coordenadas no espaço podem ser projetados para um espaço linear, tangente ao espaço de forma, de maneira que distâncias lineares entre pares de pontos correspondam a projeções das distâncias de Procrustes originais ⁶⁹.

Figura 9 - Alinhamento ideal entre os triângulos W e X, alcançado pela rotação de W em torno do centróide através de um desconhecido ângulo θ , para minimizar a raiz quadrada da soma dos quadrados das distâncias d_1 , d_2 e d_3 .



Sendo assim, o objetivo da análise morfométrica é comparar a variação das formas retirando a informação excedente do conjunto de pontos, chamada de parâmetros indesejáveis; assim como determinar a covariação da forma com o tamanho, chamada de alometria. A variação da forma é estudada nas próprias coordenadas dos marcos, após a retirada dos efeitos de tamanho, orientação e posição. Desta maneira, a soma dos quadrados das distâncias entre os pontos correspondentes ou homólogos entre as configurações será o menor possível. A translação e a rotação centralizam e giram a configuração de marcos anatômicos; o redimensionamento ou proporcionalização padroniza a configuração de marcos a

partir do tamanho do centróide. A partir deste momento apenas a variação da forma entre as configurações é estudada comparando, através de análises de multivariáveis, as distâncias de Procrustes obtidas nas configurações de consenso.

Apesar da morfometria geométrica ser amplamente utilizada nas áreas de zoologia, biologia e antropologia, na atualidade, diversos estudos clínicos em Ortodontia se valeram da morfometria geométrica como um método alternativo para o estudo do crescimento craniofacial, assim como das alterações e modificações induzidas pelo tratamento ortodôntico ou ortopédico ^{74 - 81}.

2 PROPOSIÇÃO

Avaliar as diferenças das estruturas maxilo-mandibulares entre duas amostras provenientes de uma mesma região geográfica, separadas por aproximadamente 500 anos, para os seguintes aspectos morfométricos:

- a) tamanho do centróide;
- b) forma; e
- c) alometria.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Seleção da amostra

O grupo Pré-colombiano consistiu de 30 crânios, datados do período *Intermedio tardio* e *Horizonte tardio* (1470-1540), pertencentes ao projeto de resgate arqueológico de Puruchuco-Huaquerones na cidade de Lima, localizada na região da Costa Central do Peru. Os seguintes critérios de inclusão foram utilizados: crânios completos, incluindo a mandíbula, sem deformidades esqueléticas evidentes e presença de no mínimo 20 dentes nos arcos dentários em normoclusão (relação molar de classe I) segundo a classificação de Angle (Fig. 10). O acesso a esta amostra foi liberado pelo arqueologista Guillermo A. Cock Carrasco (Anexo A), responsável pela execução do "*Proyecto de Recuperación de Contextos Funerarios del Periodo Inca y Ampliación de Investigaciones en el Cementerio Puruchuco-Huaquerones*" de acordo com a *Resolución Directorial Nacional No. 622/INC* e a *Resolución No. 03-CCZAOAAHH* do Ministério da Cultura do Peru (Anexo B).

Figura 10 - Crânio pertencente ao grupo Pré-colombiano.



Os métodos de estimativa de idade e sexo da amostra seguiram padrões já estabelecidos ⁸³. As idades foram apresentadas em três classificações: adolescentes (de 12 a 20 anos), adultos jovens (de 20 as 35 anos) e adultos (de 35 a 50 anos). A determinação do sexo foi baseada nas características da pelve e do crânio ⁸³.

O grupo contemporâneo consistiu de 30 alunos do curso de graduação da Faculdade de Odontologia da Universidade Nacional de San Marcos, na cidade de Lima, Peru. Os seguintes critérios de inclusão foram obedecidos: características de

peruanos nativos não miscigenados (cor de olhos negros ou escuros, cabelos negros, lisos ou ligeiramente ondulados, pele parda ou escura e sobrenomes hispano-americanos), com presença de todos os dentes permanentes com exceção dos terceiros molares, normoclusão (relação molar de classe I) segundo a classificação de Angle, e sem alterações esqueléticas evidentes (Fig.11).

Figura 11 - Fotografias faciais e oclusais de um indivíduo do grupo contemporâneo.



3.2 Método de obtenção das radiografias

Após a seleção da amostra, telerradiografias laterais foram obtidas. O método para o grupo Pré-colombiano foi realizado com padronização do posicionamento dos crânios durante as tomadas radiográficas de acordo com a técnica convencional ⁸². A mandíbula de cada crânio foi articulada na posição de máxima intercuspidação habitual (MIH), seguindo as características de desgaste oclusal dentário, e fixadas

com cera pegajosa (NewWax TechNew, Brasil) na superfície palatina dos incisivos e molares mantendo a estabilidade da posição condilar na fossa mandibular. Em seguida os crânios foram posicionados com seu plano sagital mediano formando um ângulo reto com a fonte de raios X e o plano de horizontal de Frankfurt (união dos pontos pório anatômico e orbitário) foi posicionado paralelamente ao solo, de forma que as olivas auriculares do cefalostato se encaixassem dentro do conduto auditivo externo; e o indicador do násio foi colocado neste ponto (ponto mais anterior da sutura fronto-nasal visto lateralmente) ajudando a manter o crânio firme ao cefalostato (Fig. 12).

Figura 12 - Posicionamento de crânio seco no cefalostato para obtenção da telerradiografia lateral.



Para garantir o paralelismo entre o plano horizontal de Frankfurt e o solo, utilizou-se um nível de 225 mm modelo Torpedo Level (*Great Neck Saw MFRS, Mineola, NY, USA*) e um esquadro que foram posicionados sobre uma base de acrílico, de 40 cm de diâmetro, suportada por um tripé.

O procedimento consistiu em colocar o extremo inferior do esquadro sobre a superfície do nível e o extremo superior nos pontos mais superior do pório anatômico, assim como no ponto orbitário do crânio, o que determinou a ausência de inclinação do plano horizontal de Frankfurt e permitiu a obtenção de imagens radiográficas padronizadas (Fig. 13).

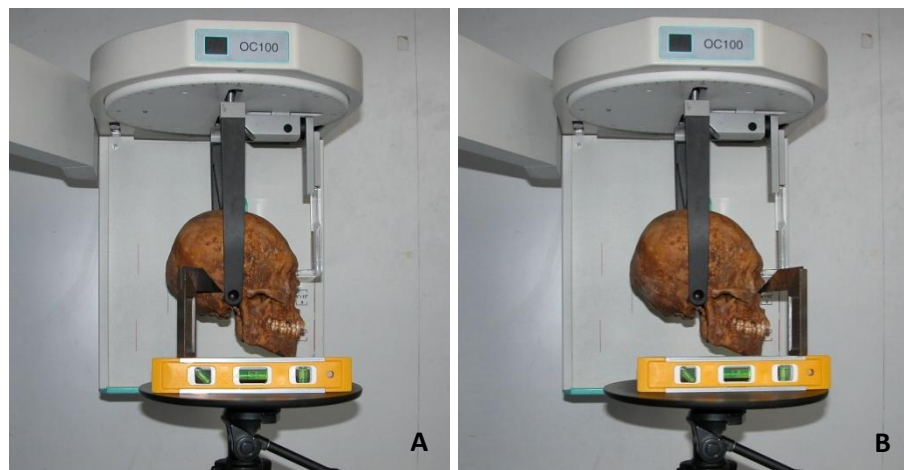
Em seguida, as radiografias foram obtidas utilizando um aparelho de raios X, marca *Orthoceph*, modelo OC 100 (*Instrumentarium Dental Inc. Tuusula, Finlândia*)

com tempo de exposição fixado em 1,2 segundos e fatores de exposição de 85k/vp e 12 mA com um chassi fixo acoplado paralelamente ao plano sagital mediano.

Os filmes radiográficos extrabucais utilizados (*Kodak EKTAVISION Film*, Rochester, Nova Iorque, EUA) tinham dimensão de 18 cm de largura por 24 cm de altura. Eles foram contidos em chassi metálico com écran intensificador. O timer ou disparador de raios X foi regulado para um tempo de exposição nominal de 1,2 segundos e o índice de magnificação foi de 10%.

A revelação dos filmes foi realizada através de uma máquina processadora automática (*GENDEX-GXP*, *Gendex Dental System*, *Milão Itália*).

Figura 13 - Método para determinação do paralelismo do plano de Frankfurt durante o posicionamento do crânio seco no cefalostato.



Legenda: Posicionamento do esquadro em (A) pório anatômico e (B) ponto orbitário.

Para o grupo contemporâneo o protocolo de obtenção das telerradiografias laterais foi realizado de acordo com os procedimentos convencionais preconizados por Broadbent ⁸², para padronização da posição da cabeça.

Todas as radiografias foram obtidas na posição de MIH e foram realizadas no serviço de radiologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Nacional Mayor de San Marcos, na cidade de Lima, Peru (Fig. 14). Utilizou-se um aparelho de raios X, marca *Soredex*, modelo *Cranex Tome* (*Instrumentarium Dental Inc. Tuusula, Finlândia*) com fatores de exposição de 95k/vp e 15 mA e um chassi fixo acoplado paralelamente ao plano sagital mediano.

Figura 14 - Posicionamento do indivíduo no cefalostato.



Os filmes radiográficos extrabucais utilizados (*Kodak T-mat g/ra Film, Eastman Kodak Company, Rochester, Nova Iorque, EUA*) tinham dimensão de 18cm de largura por 24cm de altura. Eles foram contidos em chassi metálico com écran intensificador. O timer ou disparador de raios X foi regulado para um tempo de exposição nominal de 0,5 segundos e o índice de magnificação foi de 10%.

A revelação dos filmes foi realizada através de uma máquina processadora automática (*GENDEX-GXP, Gendex Dental System, Milão Itália*). Cabe enfatizar que, foram cumpridas as normas de biossegurança de radioproteção tanto em relação à exposição do paciente e operador.

3.3 Digitalização das imagens e estabelecimento dos marcos anatômicos

Após a obtenção das telerradiografias laterais de ambos grupos, estas foram digitalizadas no scanner HP Scanjet 4890 Photo Scanner (*Hewlett-Packard Development Company, L.P. California, USA*), com resolução de 300 pontos por polegada ou DPI (do inglês *Dots per Inch*) e na escala de 100%. As imagens geradas através do software HP Photosmart Premier foram arquivadas no formato .jpg.

Fig.15 - Telerradiografias de perfil de cada grupo da amostra após digitalização.



Legenda: (A) Pré-colombianos e (B) Contemporâneos

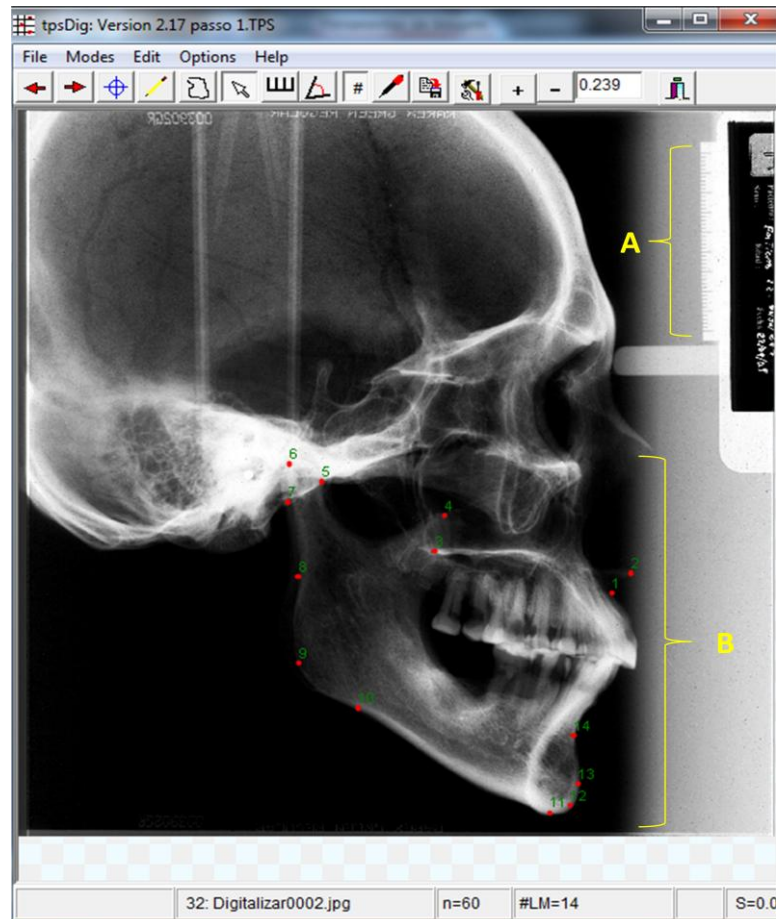
Após a digitalização, foram iniciados os procedimentos de pré-processamento de dados necessários para a análise morfométrica. Um arquivo com todas as imagens obtidas foi criado utilizando o software tpsUtil versão 1.58 (<http://life.bio.sunysb.edu/morph/soft-utility.html>) e convertidas para o formato de arquivo .TPS (*Clarion Topspeed data file*).

Utilizando o programa TpsDig2, que foi obtido de forma gratuita no seguinte endereço eletrônico <http://life.bio.sunysb.edu/morph/>, foi feita a calibração das imagens utilizando a referência da régua existente nos aparelhos de raios X. A seguir, 14 pontos cefalométricos (Tabela 1) foram utilizados como marcos anatômicos de correspondência biológica, isto é, homólogos entre os grupos e foram marcados utilizando o mesmo software. Nos casos onde foram observadas imagens duplas nas estruturas anatômicas bilaterais, estabeleceu-se o ponto médio entre a imagem do lado esquerdo e do lado direito^{43,44}. Originou-se um conjunto de dados com extensão .TPS, onde cada ponto foi descrito por uma coordenada no eixo X e uma coordenada no eixo Y.

Tabela 1- Abreviação e descrição dos pontos cefalométricos utilizados.

Pontos Cefalométricos	Descrição
Ponto A (A)	Ponto mais profundo do contorno da pré-maxila
Espinha Nasal Anterior (ENA)	Vértice ou ponto mais anterior da maxila
Espinha Nasal Posterior (ENP)	Vértice ou ponto mais posterior da maxila
Coronóide Posterior (Cp)	Ponto mais superior e posterior do processo coronóide
Articulare anterior (Ara)	Intersecção da borda anterior do ramo mandibular e a região posterior da base do crânio (clivus)
Condílio (Co)	Ponto mais posterior e superior do côndilo
Articulare posterior (Arp)	Intersecção da borda posterior do ramo mandibular e a região posterior da base do crânio (clivus)
Ramo Posterior (Rp)	Ponto mais profundo do ramo posterior da mandíbula
Gônio (Go)	Ponto médio entre os pontos mais posterior e mais inferior do ângulo mandibular
Antigonal (Ag)	Ponto mais profundo da incisura antigonal
Mento (Me)	Ponto mais inferior do contorno externo da sínfise mandibular
Gnátio (Gn)	Ponto situado na metade da distância entre Pog e Me
Pogônio (Pog)	Ponto mais anterior do contorno da sínfise mandibular
Ponto B (B)	Ponto mais profundo do contorno do processo alveolar da mandíbula

Figura 16 - Captura de coordenadas dos pontos cefalométricos utilizados como marcos anatômicos no programa TpsDig2.



Legenda: (A) Régua milimetrada para calibração e (B) região maxilo-mandibular onde os marcos anatômicos (pontos vermelhos) foram digitalizados.

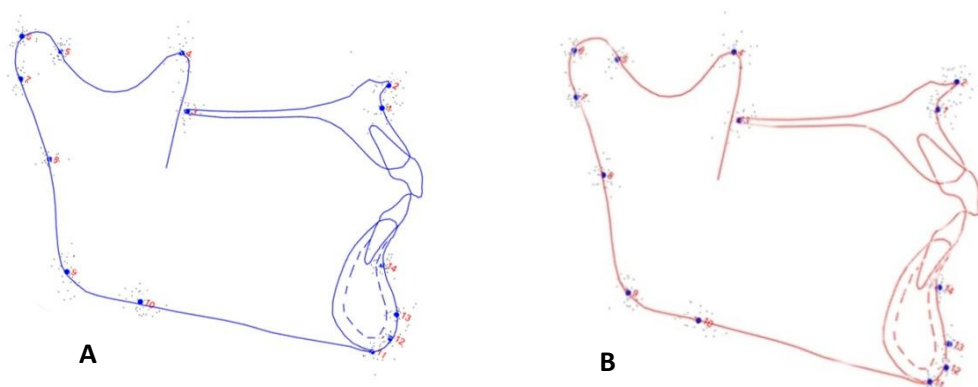
3.4 Método Morfométrico

Depois da captura de coordenadas iniciou-se a análise morfométrica com o processamento do novo conjunto de dados no Software Morpho J 1.05f (<http://life.bio.sunysb.edu/morph/soft-utility.html>). A dimensionalidade dos dados obtidos foi marcada como bidimensional, correspondendo às telerradiografias laterais. O objeto de estudo foi definido no mesmo programa como não simétrico,

uma vez que as telerradiografias laterais são uma projeção do crânio sobre o plano sagital.

Após a criação do novo projeto no software MorphoJ, o primeiro passo foi classificar os grupos, onde foi estabelecido o nome de Contemporâneos para as primeiras 30 imagens e Pré-colombianos ao resto das imagens e na mesma opção foi incluído o sexo para cada indivíduo dos grupos. A seguir, com o intuito de obter as informações que descrevem a forma da amostra, isto é, tamanho do centróide e distâncias de Procrustes, foi realizada a sobreposição dos pontos homólogos dos grupos estudados. O procedimento, feito automaticamente pelo software, é chamado de Sobreposição de Procrustes. Esta análise consistiu em alinhar e superpor os marcos anatômicos de todos os indivíduos sob os critérios de otimização, minimizando as distâncias de Procrustes entre cada ponto da configuração. Foram removidos os efeitos de localização, rotação e redimensionamento. Assim, uma configuração média, ou de referência, para cada grupo da amostra total e para homens e mulheres de cada grupo foi calculado (Fig. 17) ⁷³. Para melhor visualização da configuração média do conjunto de marcos anatômicos, desenhou-se a estrutura maxilo-mandibular através do programa editor de gráficos vetoriais *Inkscape*, obtido de forma gratuita no seguinte endereço eletrônico <http://www.inkscape.org/en/>.

Figura 17 - Configuração média (consensus) da amostra total de Pré-colombianos e Contemporâneos.



Legenda: (A) Grupo Pré-colombiano e (B) grupo Contemporâneo.

As configurações médias dos grupos Pré-colombiano e Contemporâneo para a amostra total, para homens e para mulheres, assim como para as comparações das configurações médias entre homens e mulheres de cada grupo foram comparadas.

3.5 Análise Estatística

Com o objetivo de verificar a reprodutibilidade da marcação feita para cada marco anatômico, para as coordenadas x e y, foram realizadas duas marcações dos 14 pontos nas 60 sessenta telerradiografias, com um intervalo de duas semanas. Estas medidas de coordenadas obtidas tanto no eixo X, como no eixo Y, foram comparadas através do teste de correlação intraclasse para cada um dos pontos avaliados.

Utilizou-se o teste exato de Fischer para verificar a distribuição de frequência de homens e mulheres nos grupos pré-colombiano e contemporâneo.

Para comparar o tamanho do centróide entre os grupos pré-colombiano e contemporâneo na amostra total, nos homens e nas mulheres, utilizou-se o teste de one-way ANOVA.

As distâncias de Mahalanobis, entre as configurações médias de cada grupo, foram comparadas através da análise de função discriminante, utilizando 10000 permutações, para avaliar as diferenças de forma entre os grupos pré-colombiano e contemporâneo, para a amostra total, para homens e para mulheres e confirmadas através do teste de *Cross validation*.

Para verificar a influência do tamanho na forma, isto é, a variabilidade de forma alométrica, entre os grupos para a amostra total, para os homens e para as mulheres, utilizou-se a regressão multivariada, com o tamanho do centróide como variável independente e a forma (coordenadas de Procrustes) como variável dependente.

A comparação do tamanho do centróide, das distâncias de Procrustes e a avaliação alométrica também foram realizadas para homens e mulheres dentro do mesmo grupo.

O nível de significância estabelecido foi de $p < 0,05$.

4 RESULTADOS

4.1 Reprodutibilidade Intra-avaliador

A reprodutibilidade da localização das coordenadas x e y de cada marco anatômico, avaliada pelo teste de correlação intra-classe (ICC), mostrou valores altos, variando entre 0,956 a 0,987 (Tabela 2). Estes resultados demonstram excelente reprodutibilidade e confiabilidade da marcação dos pontos anatômicos utilizados neste estudo, o que equivale a afirmar a adequada calibração do operador.

Tabela 2 - Média dos Índices de Correlação Intraclassa (ICC) e os ICC para as coordenadas x e y de cada marco anatômico.

Marcos Anatômicos	X	Y	MÉDIA
A	0.948	0.986	0.967
ENA	0.93	0.982	0.956
ENP	0.976	0.985	0.980
Aac	0.966	0.978	0.972
Ara	0.989	0.983	0.986
Co	0.992	0.978	0.985
Arp	0.993	0.982	0.987
BpR	0.993	0.974	0.983
Go	0.993	0.987	0.990
Ag	0.958	0.984	0.971
Me	0.97	0.999	0.984
Gn	0.967	0.997	0.982
Pg	0.966	0.991	0.978
B	0.962	0.989	0.975

4.2 Características da amostra

O grupo Pré-colombiano consistiu de 30 crânios de 16 homens e 14 mulheres. O grupo Contemporâneo foi formado por 30 indivíduos, sendo 12 homens e 18 mulheres. Para fins de comparação suas idades foram estratificadas usando o mesmo método antropológico com as mesmas faixas etárias (Tabela 3).

Para os homens do grupo Pré-colombiano a distribuição por faixas etárias foi a seguinte: 2 pertencentes ao grupo adolescente, 12 ao grupo adultos jovens e 2 ao grupo adultos; perfazendo um total de 16 indivíduos. No grupo Contemporâneo, havia 5 indivíduos no grupo adolescentes e 7 no grupo adultos jovens somando um total de 12 indivíduos (Tabela 3).

Tabela 3 - Distribuição da amostra de acordo com os grupos, a idade e o sexo.

Grupos	Adolescentes 12 – 20 anos	Adultos Jovens 20 – 35 anos	Adultos 35 – 50 anos	TOTAL
<i>Geral</i>				
Pré-colombianos	06	19	05	30
Contemporâneos	10	20	--	30
				60
<i>Homens</i>				
Pré-Colombianos	02	12	02	16
Contemporâneos	05	07	--	12
				28
<i>Mulheres</i>				
Pré-Colombianos	04	07	03	14
Contemporâneos	05	13	--	18
				32

No caso das mulheres, a distribuição por faixas etárias no grupo Pré-colombiano foi de 4 crânios pertencentes ao grupo adolescente, 7 ao grupo adultos jovens e 3 ao grupo adultos, totalizando 14 indivíduos. No grupo Contemporâneo, a distribuição observada foi de 5 indivíduos para o grupo adolescentes e 13 para o grupo adultos jovens somando um total de 18 indivíduos (Tabela 3).

Como o grupo Contemporâneo não possuía representantes para o grupo adultos, não foi possível calcular a homogeneidade da distribuição da amostra de acordo com as idades. No entanto, ao avaliar a distribuição de homens e mulheres entre os grupos Pré-colombianos e Contemporâneos não se observou diferenças significativas ($p=0,438$).

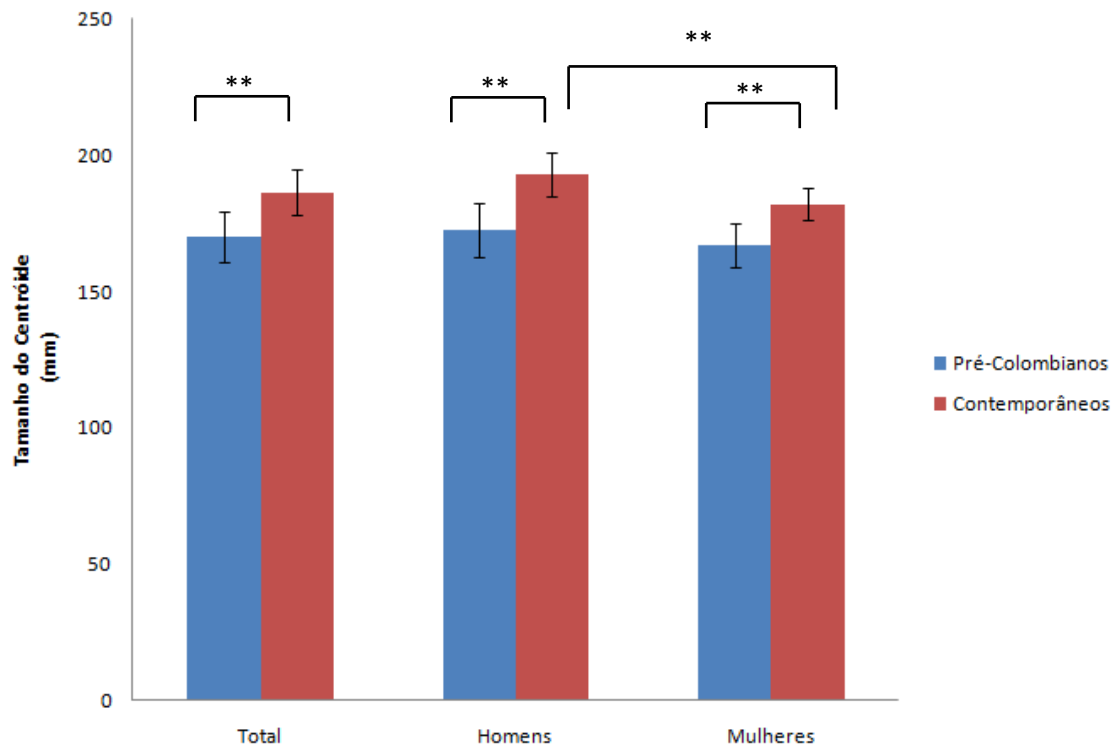
4.3 Análise Morfométrica

4.3.1 Tamanho do centróide

Para a amostra total, o tamanho do centróide foi em média de 170,01mm ($\pm 9,49$) para o grupo Pré-colombiano e de 186,43mm ($\pm 8,54$) para o grupo Contemporâneo. Para os homens do grupo Pré-colombiano o tamanho do centróide foi de 172,62mm ($\pm 9,98$) e no grupo Contemporâneo foi de 192,82mm ($\pm 7,90$). Para as mulheres o tamanho do centróide do grupo Pré-colombiano foi de 167,03mm ($\pm 8,24$) e do grupo Contemporâneo foi de 182,16mm ($\pm 5,99$). As médias dos tamanhos dos centróide foram comparadas pelo teste de *one-way* ANOVA entre os grupos Pré-colombianos e Contemporâneos para a amostra total, para homens e para mulheres. Todos os resultados demonstraram que o tamanho do centróide foi significativamente maior para o grupo Contemporâneo ($p<0,001$) (Fig. 18).

O tamanho do centróide também foi comparado entre homens e mulheres do mesmo grupo. Observou-se que os homens apresentavam tamanho de centróide significativamente maior do que as mulheres no grupo Contemporâneo. Essa diferença não foi observada no grupo Pré-Colombiano apesar da média tamanho do centróide ser também maior nos homens do que nas mulheres deste período (Fig. 18).

Figura 18 - Média do tamanho do centróide em milímetros para os grupos Pré-colombiano e Contemporâneo para a amostra total, homens e mulheres. As médias foram comparadas através do teste de *one-way* ANOVA (**= $P < 0,0001$).



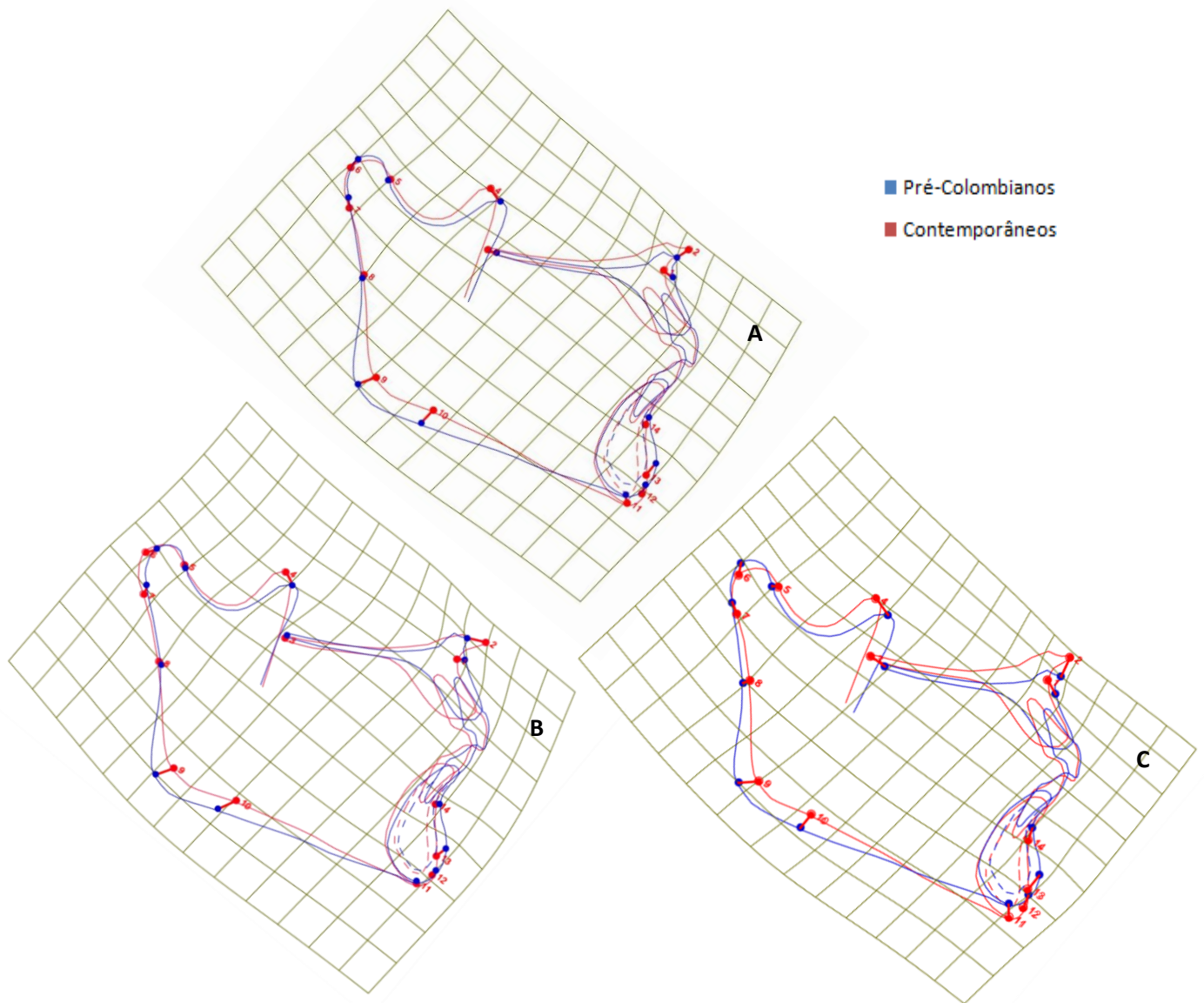
4.3.2 Comparação de forma

Quando os grupos Pré-colombiano e Contemporâneo foram comparados para a amostra total, a análise da função discriminante, calculada com 10000 permutações, mostrou diferença estatisticamente significativa entre as formas da região maxilo-mandibular ($p < 0,0001$) com uma distância de Procrustes de 0,035 entre as configurações médias. A diferença de forma observadas no gráfico de contornos de deformação (*warped outline drawing*) mostra que as principais mudanças morfológicas ao longo do tempo estão associadas na mandíbula às regiões do ângulo goníaco e de chanfradura antigoníaca, assim como na apófise coronóide e na sínfise. Na maxila as diferenças foram verificadas na região de pré-maxila (Fig. 19A).

Para a amostra total as diferenças morfológicas, do grupo Pré-colombiano para o grupo Contemporâneo, encontradas na maxila mostraram um deslocamento posterior da região da pré-maxila. Na mandíbula, observou-se um deslocamento

considerável para cima e para trás da apófise coronóide, uma abertura do ângulo na região goníaca e um alongamento no sentido vertical da região da sínfise mandibular (Fig.19B).

Figura 19 - Representação gráfica (x2) das diferenças de forma entre a configuração média de cada grupo, determinada pela análise de função discriminante.



Legenda: *Thin plate spline* superposta ao desenho do contorno deformado (*warped outline drawing*) em: (A) amostra total, (B) homens e (C) mulheres.

Quando comparados os grupos para os homens, através do mesmo método, a distância de Procrustes entre as configurações médias foi de 0,034, indicando diferença estatisticamente significativa entre ambas as formas ($p < 0,001$). As diferenças ao longo do tempo entre os homens de ambos os grupos mostraram, na maxila, um deslocamento posterior da região da pré-maxila e na mandíbula um deslocamento considerável para cima e para trás da apófise coronóide, um deslocamento posterior da região condilar e da sínfise mandibular, assim como uma abertura do ângulo na região goníaca (Fig. 19B).

No caso das mulheres, a distância de Procrustes entre as configurações médias foi de 0,044, indicando também, diferença estatisticamente significativa entre as formas ($p < 0,001$). As mudanças ocorridas para as mulheres entre os grupos Pré-colombiano e Contemporâneo foi de alongamento no sentido vertical da região da pré-maxila, assim como seu deslocamento posterior. Na mandíbula foi observado um deslocamento para cima e para trás da apófise coronóide, assim como para baixo da região condilar; uma abertura do ângulo na região goníaca e um considerável alongamento no sentido vertical da região da sínfise mandibular (Fig. 19C).

Cabe ressaltar que as diferenças de forma ocorridas ao longo do tempo nas estruturas maxilo-mandibulares, quando estratificadas por sexo, mostram mudanças similares nas regiões de apófise coronóide, e ângulo goníaco.

O resultado na tabela 4 indica que entre 86,60 e 90,00 % dos indivíduos foram corretamente classificados dentro do grupo de onde eles provêm. Este resultado confirma que a função utilizada é relevante.

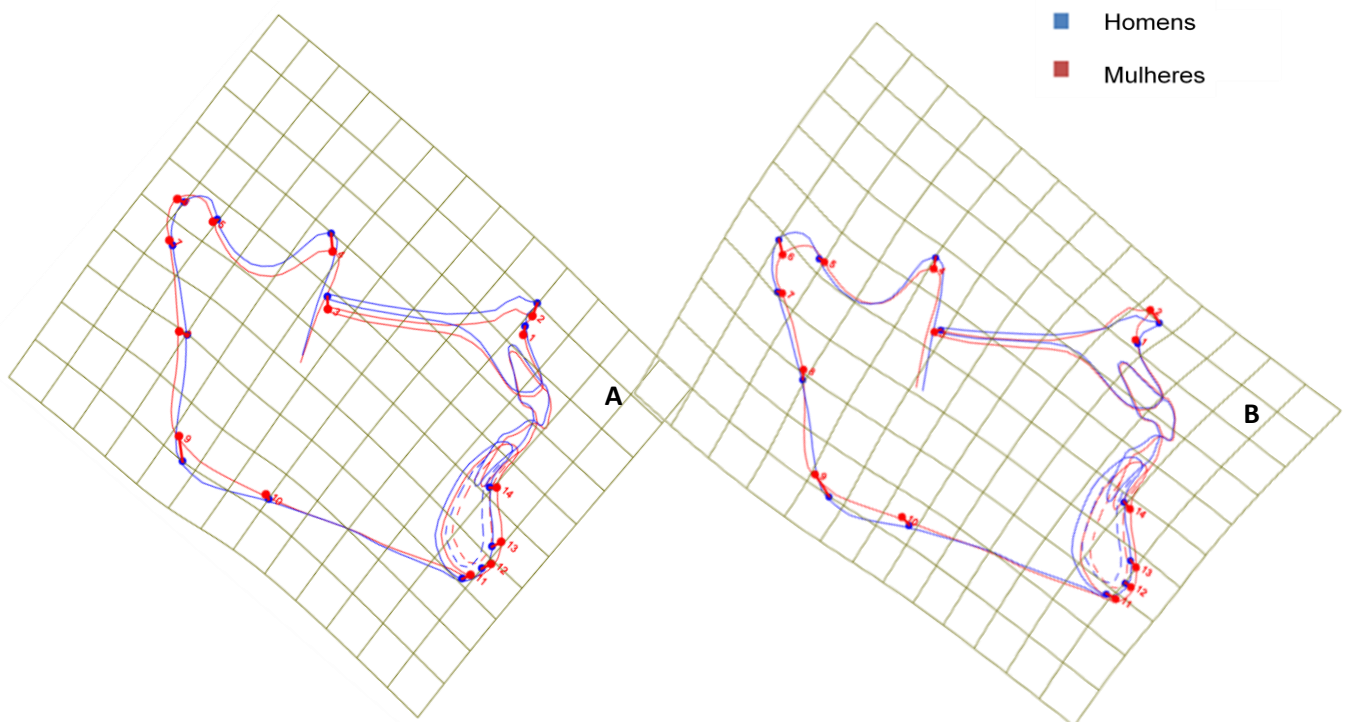
Quando comparados os homens e mulheres do grupo Pré-Colombiano, através do mesmo método, a distância de Procrustes entre as configurações médias foi de 0,030, sem diferença estatisticamente significativa entre as formas ($p = 0,39$) (Figura 20A). Para o grupo Contemporâneo a distância de Procrustes entre as configurações médias de homens e mulheres foi de 0,030, também sem significância estatística ($p = 0,086$) (Figura 20B). Estes resultados foram confirmados pelo teste de *Cross Validation*, demonstrando que a configuração dos homens e mulheres de cada grupo é muito semelhante (Tabela 5). Sendo assim, pode-se afirmar que as

diferenças de forma observadas entre os grupos Pré-colombiano e Contemporâneo não foram influenciadas pelo dimorfismo sexual.

Tabela 4 - Número de observações e percentual classificado para cada grupo pelo teste de **Cross validation**

Grupos	Pré-colombianos	Contemporâneos	Total	Acertos
Total				
Pré-Colombianos	27	3	30	90,00 %
Contemporâneos	4	26	30	86,60 %
Homens				
Pré-Colombianos	14	2	16	87,50%
Contemporâneos	2	10	12	83,33%
Mulheres				
Pré-Colombianos	13	1	14	92,86%
Contemporâneos	3	15	18	83,33%

Figura 20 - Representação gráfica x2 das diferenças de forma entre a configuração média de homens (azul) e mulheres (vermelho), determinada pela análise de função discriminante.



Legenda: *Thin plate spline* superposta ao desenho do contorno deformado (*warped outline drawing*) em: (A) Grupo Pré-Colombiano e (B) grupo Contemporâneos

Tabela 5 - Número de observações e percentual classificado intra-grupos pelo teste de **Cross validation**.

Grupos	Homens	Mulheres	Total	Acertos
<i>Pré-Colombianos</i>				
Homens	7	9	16	56,25 %
Mulheres	5	9	14	64,28 %
<i>Contemporâneos</i>				
Homens	7	5	12	58,33%
Mulheres	6	12	18	66,66%

4.3.3. Alometria

A covariação da forma com o tamanho, chamada de alometria, foi testada pela análise estatística de regressão multivariada. Os resultados encontrados demonstram que as diferenças de tamanho existentes intra-grupos são responsáveis por apenas 6% das diferenças de forma, isto é, do total da variação, e por isso não contribuem para as diferenças de forma observadas entre os grupos ($p=0,0004$). Sendo assim, não existe efeito causal do tamanho sobre a diferença de forma entre os grupos Pré-colombiano e Contemporâneo, na amostra avaliada.

5 DISCUSSÃO

5.1 Discussão do método

O objetivo deste estudo foi avaliar as diferenças de forma das estruturas maxilo-mandibulares de duas amostras provenientes de uma mesma região geográfica, separadas por aproximadamente 500 anos. Para isto, utilizou-se telerradiografias laterais de indivíduos contemporâneos, assim como de crânios secos pré-colombianos e realizou-se uma análise de morfometria geométrica tendo como referência pontos anatômicos homólogos de ambos os grupos.

Os crânios secos utilizados encontravam-se em bom estado de conservação e incluíam a mandíbula, o que é raro em estudos antropológicos. A mandíbula, por ser um osso independente do crânio, nem sempre é encontrada junto com o mesmo e geralmente os estudos avaliam este osso individualmente ^{84,87}. Por esse motivo, existem poucos trabalhos que avaliaram a região maxilo-mandibular ^{7,43,44}, sendo a maior parte dos estudos voltados para a base do crânio e a maxila ^{90,92}.

Estes crânios estavam enterrados em solo úmido, perto do litoral da cidade de Lima que tem em torno de 50% de umidade relativa do ar, com temperaturas que variam de 16 a 26°C ao longo do ano. Seu ressecamento só poderia ocorrer após a remoção do solo e se ocorreu, corresponderia a aproximadamente 1% da distorção dos ossos ⁸⁵, o que torna esta amostra passível de comparação com indivíduos vivos.

Um estudo genético preliminar desta mesma amostra foi iniciado em 2005 permitindo a obtenção de 70% do material genético colhido e sugeriu que este grupo populacional migrou da Amazônia para a Costa Central do Peru ⁹⁸. Com fins comparativos, um outro estudo genômico seria ideal para selecionar uma amostra de indivíduos contemporâneos com os mesmos parâmetros genéticos. Na ausência destes dados, procurou-se selecionar para o grupo Contemporâneo indivíduos com características nativas e regionais, que se aproximasse das características da população Pré-colombiana. Mesmo assim, o grau de miscigenação dos indivíduos contemporâneos é desconhecido e a representatividade destas populações é discutível, sendo uma limitação deste estudo.

A definição da idade cronológica para os crânios secos foi estabelecida em faixas etárias amplas para englobar possíveis variações causadas por alguns fatores, como diferenças de nutrição e meio ambiente ⁸³. Este método é usado na maioria dos estudos que avaliaram as mudanças morfológicas ao longo do tempo ⁹⁰. A estratificação em faixas etárias também foi utilizada na amostra contemporânea permitindo a comparação com os dados da amostra pré-colombiana. Na classificação etária utilizada, a faixa mais jovem pode incluir indivíduos de 12 a 20 anos, no entanto, os crânios utilizados nesta amostra, devido a características antropológicas, estavam acima dos 18 anos de idade e provavelmente não possuíam mais crescimento facial expressivo, assim como os indivíduos do grupo Contemporâneo.

Uma vez que a análise alométrica rejeitou o efeito causal do tamanho intra-grupo sobre a forma, nas diferenças observadas entre os grupos. Estes resultados demonstraram que os crânios selecionados para a amostra Pré-colombiana já haviam expressado a maior parte do seu crescimento facial, podendo ser considerado um grupo homogêneo.

Da mesma forma, o sexo do grupo Pré-Colombiano foi definido através de parâmetros antropológicos ⁸³. Estes métodos podem incluir erros de sensibilidade para a classificação do gênero, uma vez que se baseiam em medidas lineares ⁸⁶ e existem variações anatômicas entre indivíduos.

As telerradiografias laterais de ambos os grupos foram obtidas com o plano de Frankfurt paralelo ao solo ⁸². No entanto, para a metodologia utilizada neste estudo não é necessário um método de posicionamento acurado do crânio no cefalostato no sentido sagital, uma vez que deslocamentos neste sentido não irão afetar a precisão da marcação dos pontos cefalométricos. Porém no sentido coronal o posicionamento foi importante, já que a digitalização dos marcos anatômicos poderiam ser afetadas por inclinações laterais.

Considerando que as radiografias foram realizadas em aparelhos de raios X diferentes, o grau de magnificação foi controlado para ambos os grupos e complementado com a utilização de uma régua milimetrada para a calibração das imagens. Devido a este controle na obtenção das imagens, pode-se afirmar que a ausência de tegumento nos crânios secos não interferiu nos resultados deste trabalho.

Os marcos anatômicos escolhidos para este estudo representavam a configuração das estruturas maxilo-mandibulares e eram os mais usuais nos trabalhos previamente publicados sobre o assunto ^{7,43,44}, o que permitiu parâmetros semelhantes para fins comparativos com a literatura existente. A metodologia empregada na determinação destes marcos anatômicos teve alta precisão demonstrada pelo ICC.

Monteiro et al.⁵⁴ estabeleceram que para as análises multivariadas, o tamanho amostral mínimo para a realização de alguns testes estatísticos deve ser o triplo do número de variáveis. Como neste estudo 14 marcos anatômicos foram estudados, a amostra deveria ter no mínimo 42 indivíduos por grupo. No entanto, o maior fator limitante para amostras antropológicas é o número de crânios passíveis de utilização devido ao seu desgaste com o tempo. Quase todos os estudos morfométricos que utilizaram populações antigas possuem amostras de tamanho semelhante a esta ⁵². A redução do número de marcos anatômicos poderia ter sido utilizada como uma alternativa para adequar o tamanho da amostra, porém não seria representativa da região maxilo-mandibular que foi muito pouco estudada através de análises morfométricas.

Muitos estudos que avaliaram as mudanças morfológicas ao longo do tempo utilizaram metodologias com medidas lineares e angulares ³³⁻⁴⁰, como a cefalometria. Estes métodos não fornecem informações corretas sobre as variações de forma, na verdade só calculam a magnitude de vetores entre dois pontos, sem determinar sua direção em organismos multidimensionais ⁴⁵. A variação de forma só pode ser de fato mensurada e comparada através da morfometria geométrica e, portanto, foi o método escolhido para este estudo.

5.2 Discussão dos resultados

Os resultados mostram que o tamanho do centróide foi significativamente maior para homens, mulheres e para a amostra total do grupo Contemporâneo. Resultados semelhantes foram encontrados nos trabalhos de Jonke et al. ^{7,43} que também realizaram a avaliação morfométrica das estruturas faciais para determinar as mudanças ao longo do tempo. Acredita-se que indivíduos contemporâneos

podem ser maiores do que os seus antecessores, provavelmente devido a melhoras nutricionais, melhores cuidados médicos e outros efeitos socioeconômicos⁹⁰.

Quando comparou-se o tamanho do centróide entre homens e mulheres do grupo Contemporâneo, observou-se que os homens eram maiores. No entanto, nenhuma diferença foi encontrada entre homens e mulheres no grupo Pré-Colombiano. Esta aparente homogeneidade intra-grupo pode ter sido resultado de uma incorreta classificação dos crânios quanto ao gênero, como mencionado anteriormente.

Observaram-se diferenças significativas de forma entre os grupos ao longo do tempo. Estas mudanças apresentaram-se principalmente como um alongamento na região da pré-maxila, da apófise coronóide e da sínfise mandibular no sentido vertical e abertura do ângulo goníaco, se traduzindo como um alongamento da face. Resultados semelhantes foram encontrados em todos os estudos que avaliaram as mudanças da face e do crânio ao longo do tempo e parece ser uma tendência secular⁹¹.

Estas mudanças morfológicas podem estar associadas a condições que incluem os hábitos alimentares, os efeitos associados com a força mastigatória, assim como os cuidados médicos, crescimento populacional e urbanização. Existe uma interação entre o padrão de crescimento facial e as forças mastigatórias. Indivíduos com faces longas apresentam menor força mastigatória (Sonnesen,, 2001). Mudanças na morfologia mandibular também foram associadas a variações nas condições ambientais^{4,5,90}. Além disso, outros estudos^{6,22,94,95,97}; afirmam que a menor consistência dos alimentos pode levar a abertura do plano mandibular e a ossos faciais mais delgados.

Apesar de se desconhecer os hábitos alimentares do período Pré-colombiano, foram encontrados alimentos como grãos e conchas nos jazigos do sítio arqueológico de Puruchuco-Huaquerones. Certamente estes alimentos eram menos processados do que os da população contemporânea, indicando a necessidade de diferente demanda mastigatória nestas populações.

Outro aspecto a se considerar como possível causa da resposta compensatória das estruturas maxilo-mandibulares às alterações funcionais nesta amostra seriam as deficiências respiratórias ou alergias. A prevalência de doenças é desconhecida para o período Pré-colombiano, no entanto, sabemos que existe um aumento da prevalência de doenças atópicas (asma, rinite alérgica e dermatite

atópica) nas últimas décadas ⁵² e os cuidados médicos na atualidade são efetivos e permitem que indivíduos portadores de doenças respiratórias cheguem a idade adulta.

Não foi observada diferença morfológica entre homens e mulheres pertencentes aos mesmos grupos, confirmando a ausência de dimorfismo sexual intra-grupo. No entanto, as mulheres apresentaram mudanças mais expressivas ao longo do tempo (Figura 19), isto é, um maior alongamento da face. Estes achados vem de encontro, a outros estudos prévios ^{7,89}, que sugerem um padrão diferente de mudanças entre homens e mulheres.

Considerar apenas os fatores ambientais e funcionais como justificativa para os resultados obtidos sobre tamanho e forma neste estudo é de caráter especulativo. Deve-se considerar que, além destes fatores, existe evidência que apoia o papel fundamental da genética no desenvolvimento morfológico das estruturas craniomandibulares ^{89,93}

5.3 Considerações Finais

Apesar dos estudos morfométricos demonstrarem que as faces de indivíduos contemporâneos são maiores do que de seus ancestrais ⁸⁹, tendências seculares são utilizadas para explicar o aumento da prevalência de certas más oclusões como as mordidas cruzadas ⁸⁵ e a Classe II ⁸⁵ devido a uma redução no tamanho das estruturas maxilo-mandibulares ao longo de milênios. Na realidade, as mudanças evolutivas ocorrem em tempo muito mais longo do que as mudanças seculares e estas são, na realidade, resultados de mecanismos de adaptação ao ambiente ⁹⁰.

O aspecto funcional parece ter uma relação importante para as adaptações das estruturas maxilo-mandibulares. Estudos em populações antigas, geograficamente isoladas, comparadas com populações contemporâneas é um bom modelo para estudar mecanismos adaptativos ⁶⁹. No entanto, o estudo genético destas populações auxiliariam no melhor conhecimento da origem das amostras e contribuiriam para elucidar alguns aspectos etiológicos ⁸⁸ das alterações do complexo craniofacial.

A morfometria geométrica permite uma análise quantitativa da forma, suplantando a cefalometria e tem sido utilizada, mais recentemente, para avaliar os efeitos das terapias ortodônticas ^{74-76,79-81}. Novas tecnologias vem surgindo, como as tomografias computadorizadas, que permitem a obtenção de dados em três dimensões. A integração da morfometria geométrica aos dados tomográficos é inevitável e poderá ser o embrião para as futuras análises tridimensionais da face.

CONCLUSÕES

- a) A região maxilo-mandibular de indivíduos contemporâneos é significativamente maior do que dos indivíduos pré-colombianos.
- b) As diferenças morfológicas entre o grupo Pré-colombiano e Contemporâneo foram significativas para as estruturas maxilo-mandibulares. Observou-se abertura do ângulo goníaco, deslocamento posterior e superior da apófise coronóide e alongamento da sínfise mandibular e da pré-maxila ao longo do tempo.
- c) O alongamento da sínfise mandibular e da pré-maxila foi mais expressivo nas mulheres do que nos homens e não foi influenciada por dimorfismo sexual intra-grupos, sugerindo maior efeito das mudanças ambientais nas mulheres.
- d) A alometria não influenciou na diferença de forma encontrada entre os indivíduos desta amostra.

REFERÊNCIAS

1. Watnick SS. Inheritance of craniofacial morphology. *Angle Orthod* 1972;42(4):339-51.
2. Lavelle CL. Variation in the secular changes in the teeth and dental arches. *Angle Orthod* 1973;43(4):412-21.
3. Corruccini RS, Kaul SS, Chopra SR, et al. Epidemiological survey of occlusion in North India. *Br J Orthod* 1983;10(1):44-7.
4. Kaifu Y. Changes in mandibular morphology from the Jomon to modern periods in eastern Japan. *Am J Phys Anthropol* 1997;104(2):227-43.
5. Martin DC, Danforth ME. An analysis of secular change in the human mandible over the last century. *Am J Hum Biol* 2009;21(5):704-6.
6. Beecher RM, Corruccini RS, Freeman M. Craniofacial correlates of dietary consistency in a nonhuman primate. *J Craniofac Genet Dev Biol* 1983;3(2):193-202.
7. Jonke E, Prossinger H, Bookstein FL, et al. Secular trends in the facial skull from the 19th century to the present, analyzed with geometric morphometrics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132(1):63-70.
8. Bauer BS. Pacariqtambo and the mythical origins of the Inca. *Latin American Antiquity* 1991;2(1):7-26.
9. Iriarte Brenner F. Algunas apreciaciones sobre Huanchos. En *Antiguo Perú: espacio y tiempo*. Lima; 1960.
10. Tabío EE. Excavaciones en la costa central del Perú, 1955-1958: Departamento de Antropología, Academia de Ciencias de la República de Cuba; 1965.
11. Villacorta LF. Palacios y ushnus: Curacas del Rímac y gobierno inca en la costa central. *Boletín de Arqueología Pontificia Universidad Católica del Perú*; 2003.
12. Gamboa J, Cock GA. Informe Final- Proyecto de recuperación de contextos funerários- ampliación de inversiones en el sector 57AS03-Zona arqueológica de Puruchuco-Huaquerones. INC: Instituto Nacional de Cultura del Perú; 2008. p. 161.
13. Cock GA. Proyecto de rescate arqueológico Puruchuco-Huaquerones Museo Nacional de Arqueología, Antropología e Historia del Perú; 2000. p. 389.

14. Haun SJ, Cock GA. A bioarchaeological approach to the search for Mitmaquna. In: Alconini MAMaS, editor. Distant provinces in the inka empire. University of Iowa Press; 2010. p. 351.
15. Cock GA, Goycochea E. Puruchuco y el cementerio inca de la quebrada de Huaquerones. In: Villacorta, L.F.; Vetter, L.; Ausejo, C. Puruchuco y la Sociedad de Lima: Un homenaje a Arturo Jimenez Borja. . Lima: Concytec; 2004. p. 197.
16. Cock GA. The race to save inca mummies. National Geographic; 2002.
17. Meikle MC. Remodeling the dentofacial skeleton: the biological basis of orthodontics and dentofacial orthopedics. J Dent Res 2007;86(1).
18. Moss ML. The primary role of functional matrices in facial growth. Am. J. Orthodontics 1969;55(6):566-77.
19. Baker LW. The influence of the forces of occlusion on the development of the bones of the skull. Int. J. Orthodontia 1922;8:259.
20. Watt DG, Williams CHM. The effects of the physical consistency of food on the growth and development of the mandible and the maxilla of the rat. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1951;37:895-928.
21. Moore WJ, Lavelle CLB, Spence TF. Changes in the size and shape of the human mandible in Britain. Br. Dent. J 1968;125:163-69.
22. Corruccini RS, Beecher RM. Occlusal variation related to soft diet in a nonhuman primate. Science 1982;1(218):74-6.
23. Corruccini RS, Beecher RM. Occlusofacial morphological integration lowered in baboons raised on soft diet. J Craniofac Genet Dev Biol. 1984;4(2):135-42.
24. Corruccini RS. Australian aboriginal tooth succession, interproximal attrition, and Begg's theory. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1990;97(4):349-57.
25. Beecher RM, Corruccini RS. Effects of dietary consistency on craniofacial and occlusal development in the rat. Angle Orthod. 1981;51:61-9.
26. Kiliaridis S. Masticatory muscle influence on craniofacial growth. Acta Odontol Scand 1995;53:196-202.
27. Varrela J. Dimensional variation of craniofacial structures in relation to changing masticatory-functional demands. Eur J Orthod. 1992;14(1):31-6.
28. Varrela J. Effects of attritive diet on craniofacial morphology: a cephalometric analysis of a Finnish skull sample. Eur J Orthod. 1990;12(2):219-23.

29. Mehta JD, Evans CC. A Study Of Attrition Of Teeth In The Arkansas Indian Skulls. *Angle Orthod*. 1966;36(3):248-57.
30. Fishman LS. Dental and skeletal relationships to attritional occlusion. *Angle Orthod* 1976;46(1):51-63.
31. Mockers O, Aubry M, Mafart B. Dental crowding in a prehistoric population. *Eur J Orthod* 2004;26(2):151-6.
32. D'Amico A. Functional occlusion of the natural teeth of man. *J. Pros. Dent*. 1961;11(5):899-915.
33. Lavelle CLB. Secular Trends in Different Racial Groups. *Angle Orthod*. 1972;42(1):19-25.
34. Frake SE, Goose A. A comparison between mediaeval modern British mandibles. *Archives of oral Biology* 1977;22:55-57.
35. Luther F. A cephalometric comparition of medieval skulls with a modern population. *Eur J. Orthod*. 1993;15:315-25.
36. Goose, D. Reduction of palate size in modern populations. *Archives of Oral Biology*. 1962;7:343-350.
37. Goose DH, Perry, SE. Palate width in skulls from a recently excavated English. *Archives of Oral Biology*. 1974; 19(3):273-274.
38. Ingervall B, Lewin T, Hedegard B. Secular changes in the morphology of the skull in Swedish men. *Acta odont Escand*. -1972;30(5):539-554.
39. Seddon RP. A cephalometric study of the Romano-British. *Eur J Orthod*. 1984;Nov;6(4):303-12
40. Rock WP, Sabieha AM, Evans RI. A cephalometric comparison of skulls from the fourteenth, sixteenth and twentieth. *Br Dent J*. 2006; 200(1):33-7.
41. Moyer RE, Bookstein FL. The inappropriates of conventional cephalometrics. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1979; 75(6):599-617.
42. McIntyre GT, Mossey PA. Size and shape measurement in contemporary cephalometrics. *Eur J Orthod* 2003; 25:231-42

- 43 Jonke E, Schaefer K, Freudenthaler JF, Prossinger H, Bookstein FL. A cephalometric comparison of skulls from different time periods The Bronze Age, the 19 century and present. *Clio Antropol.* 2003; 27(2):789-801
- 44 Jonke E, Prossinger H, Bookstein FL, Schaefer K, Bernhard M, Freudenthaler JF. Secular trends in the European male facial skull from the migration period to present: a cephalometric study. *Eur J Orthod.* 2008; 30:614-620.
- 45 Moraes DA. A morfometria geométrica e a “revolução na morfometria” localizando e visualizando mudanças na forma dos organismos. *BIOLETIM.* 2003; III(3):1-5.
- 46 Cheverud JM, Lewis JL, Bachrach W, Lew WD. The measurement of form and variation in form: an application of three-dimensional quantitative morphology by finite-element method. *Am J Phys Anthropol.* 1983;62:151-165.
- 47 Bookstein FL. A statistical method for biological shape comparisons. *J Theor. Biol.* 1984;107:475-520.
- 48 Mitteroecker P, Gunz P. Advances in geometric morphometrics. *Evol Biol* 2009;36:235-247.
- 49 Adams DC, Rohlf FJ, Slice DE. A field comes of age: geometric morphometrics in the 21 century. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 2013;24(1):7-14.
- 50 Klingenberg CP. Visualizations in geometric morphometrics: how to read and how to make graphs showing shape changes. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 2013;24(1):15-24.
- 51 Lindgren G. In: Ulijaszek SJ, Johnstone MA. *The cambridge encyclopedia of human growth and development.* 1998;Cambridge University Press.
- 52 Defraia E, Camporesi M, Marinelli A, Tollaro I. Morphometric investigation in the skulls of Young adult. *Angle Orthod.* 2008;78(4):641-46.
- 53 Thompson DAW. *On growth and form.* 1917. Cambridge University Press. 346.

- 54 Monteiro LR, dos Reis SF. Principios de morfometria geométrica. Holos, Ribeirão Preto; 1999.
- 55 Toro IM, Manriquez SG, Suazo GI. Morfometría geométrica y el estudio de las formas biológicas: de la morfología descriptiva a la morfología cuantitativa. *Int J Morphol*. 2010; 28(4):977-990.
- 56 Burnaby TP. Growth-invariant discriminant functions and generalized distances. *Biometrics*. 1966; 22:96-110.
- 57 Humphries JM, Bookstein FL, Chernoff B, Smith G, Elder R, Poss S. Multivariate discrimination by shape in relation to size. *Syst. Zool*. 1981;30:291-308.
- 58 Blackith R. Morphometric. In: Waterman TH, Morowitz J. Theoretical and mathematical biology. 1965; Blaisdell, New York.
- 59 Rohlf FJ, Marcus LF. A revolution in morphometrics. *Tree*. 1993; 8(4):129-132.
- 60 Kendall DG. The diffusion of shape. *Adv. Appl. Prob*. 1977. 9:428-30.
- 61 Bookstein FL. Can biometrical shape be a homologous character ? In: Hall BK. Homology: the hierarchical basis of comparative biology. Academic Press. 1994; New York.
- 62 Goodall CR. The statistical analysis of growth in two dimensions. Doctoral dissertation, Department of statistics Harvard University. 1983.
- 63 Kendall DG. Shape manifolds, procrustean metrics, and complex projective spaces. *Bull Lond Math Soc*. 16:81-121.
- 64 Bookstein FL. Size and shape spaces for landmark data in two dimensions. *Stat. Sci*. 1986; 1:181-242.
- 65 Rohlf FJ. Morphometric spaces, shape component and the effect of linear transformations. In: Marcus L, Corti M, Loy A, Naylor G, Slice DE. Advances in morphometrics. 1996; Life sciences. 284. New York.

- 66 Jungers WL, Falsetti AB, Wall CE. Shape relative size, and size-adjustments in morphometrics. *Am J Phys Anthropol* 1995.; 38:137-61.
- 67 Bookstein FL. Introduction to method of landmark data. In: Rohlf FJ, Bookstein. *Proceedings of the Michigan morphometrics workshop*. 1990. The university of Michigan Museum of zoology. Ann Arbor.
- 68 Bookstein FL. *Morphometric tools for landmark data: geometry and biology*. Cambridge University Press. 1991. New York.
- 69 Baab KL, Kieran P, McNulty, Rohlf. The shape of human evolution: A geometric morphometric perspective. *Evolutionary Anthropology*. 2012; 21:151-165.
- 70 Zelditch ML, Swiderski DL, Sheets HD, Fink WL. *Geometric morphometrics for biologist: A primer*. Elsevier Academic Press, 2004.
- 71 Mitteroecker P, Gunz P, Windhager S, Schaefer K. A brief review of shape, form and allometry in geometric morphometric, with applications to human facial morphology. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy* 2013;24(1):59-66.
- 72 Gower JC. Generalized Procrustes analysis. *Psychometrika*, 1975; 40:33-51
- 73 Rohlf FJ. Slice DE. Extension of the Procrustes method for optimal superimposition of landmarks. *Sys Zool*. 1990. 39:40-59.
- 74 Franchi L, Baccetti T, McNamara JA. Thin-Plate Spline analysis of mandibular growth. *Angle Orthod*. 2001; 71(2):83-89.
- 75 Lux CJ, Rubel J, Starke J, Conradt C, Stelzig A, Komposch G. Effects of early activator treatment in patients with class II malocclusion evaluated by Thin-Plate Spline analysis. *Angle Orthod*. 2001; 71(2):120-126.
- 76 Singh GD, Hodge MR. Bimaxillary morphometry of patients with class II division I malocclusion treated with twin block appliances. *Angle Orthod*. 2002; 72(5):402-408.

- 77 Alarashi M, Franchi L, Marinelli A, Defraia I. Morphometric analysis of transverse dentoskeletal features of Class II malocclusion in the mixed dentition. *Angle Orthod.* 2003; 73(1):21-5.
- 78 Katsavrias EG, Halazonetis DJ. Condyle and fossa shape in Class II and Class III skeletal patterns: a morphometric tomographic study. *Am J Orthod.* 2005; 128(3):337-46.
- 79 Franchi L, Baccetti T, McNamara JA. Thin-Plate Spline analysis of craniofacial growth in Class I and Class II subjects. *Angle Orthod.* 2007; 77(4):595-601.
- 80 Antunes CF, Bigliazzi R, Bertoz FA, Ortolani CLF, Franchi L, Faltin Jr. K. Morphometric analysis of treatment effects of Balters bionator in growing Class II patients. *Angle Orthod.* 2013;83(3):455-59.
- 81 Franchi L, Pavoni C, Cerroni S, Cozza P. Thin-Plate Spline analysis of mandibular morphological changes induced by early Class III treatment: a long-term evaluation. *Eur J Orthod.* 2013; cjt067.
- 82 Broadbent HBA. A new X-ray technique and its application to orthodontia. *Angle Orthod.* 1931; 1(7):45-66.
- 83 Buisktra JE, Uberlaker DH. Standards for data collection from human skeletal remains. *Arkansas archaeological survey research.* 1994; series 44. Fayetteville, Arkansas.
- 84 Martin DC, Danforth ME. An analysis of secular change in the human mandible over the last century. *Am J Human Biology.* 2009; 21:704-6.
- 85 Lindstein R, Ogaard B, Larsson E, Bjerklin K. Transverse dental and dental arch depth dimensions in the mixed dentition in skeletal sample from the 14 to the 19 century and Norwegian children and Norwegian sami children of today. *Angle Orthod.* 2002; 72:439-48.
- 86 Suazo GIC, Zavando MDA, Smith RL. Sex determination using mastoid process measurement in Brazilian skulls. *Int J Morphol.* 2008;26(4):941-4.
- 87 Nicholson E, Harvati K. Quantitative Analysis of Human Mandibular Shape Using Three-Dimensional Geometric Morphometrics. *Am J Phys Anthropol.* 2006;131:368-383.
- 88 Hartsfield JK, Morford LA, Otero LM. Genetic Factors Affecting Facial Growth 2012; Basic Aspects and Clinical Considerations.

<http://www.intechopen.com/books/orthodontics-basic-aspects-and-clinicalconsiderations/genetic-factors-affecting-facial-growth>.

- 89 Tomljanovic AB, Ostojic S, Kapovic M. Secular change of craniofacial measures in Croatian younger. *Am J Human Biolog*. 2006;18:668-675.
- 90 Weisensee K, Jantz R. Secular Changes in Craniofacial Morphology of the Portuguese Using Geometric Morphometrics. *Am J Phys Anthropol*. 2011;145:548-559.
- 91 Roche AF, Lewis AB, Wainer H, McCartin R.. Late elongation of cranial base. *J Dent Res*. 1977;56:802–808.
- 92 Buck T, Vidarsdottir US. Craniofacial Evolution in Polynesia: A Geometric Morphometric Study of Population Diversity. *Am J Human Biolog*. 2012;24:776-785.
- 93 Martínez-Abadías N, Esparza M, Sjøvold T, González-José R, Santos M, Hernández M.. Heritability of human cranial dimensions: comparing the evolvability of different cranial regions. *J Anat* .2009;214:19–35.
- 94 Sardi ML, Novellino PS, Pucciarelli HM. Craniofacial morphology in the Argentine Center-West: consequences of the transition to food production. *Am J Phys Anthropol* .2006;130:333–343.
- 95 Lieberman DE, Krovitz GE, Yates FW, Devlin M, St Claire M. Effects of food processing on masticatory strain and craniofacial growth in a retrognathic face. *J Hum Evol* 2004;46:655–677.
- 97 Ingervall B, Bitsanis E. A pilot study of the effect of masticatory muscle training on facial growth in long-face children. *Eur J Orthod* 1987; 9:15–23.
- 98 Rubín de Celis-Massa V, Barletta C, Castillo L, Goycochea H, Cock G, Lumbreras G. Analysis of ancient DNA from puruchuco-Huaquerones inca peruvian cemetery. 51º Congresso Brasileiro de Genética 2005. Águas de Lindóia, São Paulo.

ANEXO A – Aprovação do arqueologista para uso de material arqueológico.



PROYECTO ARQUEOLÓGICO PURUCHUCO – HUAQUERONES
 GUILLERMO A. COCK CARRASCO
 Avda. Monte de los Olivos 777 Urb. Prolg. Benavides – Surco Telf. 274-6663
 E-mail: wcock@terra.com.pe

Lima, 22 de Septiembre del 2005

Sr. Walter Eduardo ROSPIGLIOSI SAENZ
 Rua Da Laguna 245 Apart. 201
 Bairro Jardim Gloria – Juiz de Fora
 Minas Gerais – Brasil.-

De mi consideración,

Me dirijo a Ud para responder a su solicitud del 18 de septiembre ppdo., en la que se pide acceso y permiso a las colecciones recuperadas en las excavaciones arqueológicas conducidas en el área arqueológica de Huaquerones – Puruchuco, ocupada por el Asentamiento Humano Túpac Amaru y ejecutadas durante las temporadas de trabajo de campo de los años 2000 y 2001, con la finalidad de investigar una muestra de treinta (30) cráneos humanos en una investigación de análisis cefalométrico conducente a la elaboración de una Tesis de Maestría.

Dichas colecciones fueron recuperadas en el contexto de los proyectos de evaluación y rescate arqueológico del área referida y se autorizaron por Resolución N° 001-2000-CCZAOAAHH; Resolución N° 008-2 000-CCZAOAAHH; y Resolución Directoral Nacional N° 622-2001/INC, emitidas por los órganos competentes del Instituto Nacional de Cultura del Perú.


Los 30 cráneos solicitados para estudio –según lista adjunta- forman parte de contextos funerarios –entierros- recuperados arqueológicamente, cuya documentación (Informes Técnicos) consta en nuestros archivos y en los de las autoridades competentes (INC). Las colecciones se encuentran en nuestros laboratorios, donde se están terminando los procedimientos de conservación, análisis e investigación, para ser posteriormente entregados al Instituto Nacional de Cultura del Perú.

Por lo expuesto, concedo la autorización referida para el uso de dichos cráneos humanos para los fines solicitados, así como brindarle el espacio y el apoyo para que conduzca su investigación en nuestros laboratorios.

Sin otro particular, queda de Ud.

GUILLERMO A. COCK CARRASCO
 274-6663

ANEXO B – Oficio do Ministério da Cultura do Peru, com o número das resoluções que indicam o arqueologista como responsável da amostra.

	PERÚ	Ministerio de Cultura	Viceministerio de Patrimonio Cultural e Industrias Culturales	Dirección General de Patrimonio Cultural
---	-------------	-----------------------	---	--

"Año del Centenario de Machu Picchu para el mundo"

Lima, **22 JUL. 2011**

OFICIO N° **0822-2011-DA-DGPC/MC**

Señor
WALTER EDWARD ROSPIGLIOSI SAENZ
Residencial FAP José Quiñónez, Block 11-E
Urb. Camacho
La Molina

Ref.: Registro N° 023962 del 13/07/2011

De mi consideración:


Tengo el agrado de dirigirme a usted para saludarle y dar respuesta a su comunicación de fecha 13 de julio mediante la cual solicita copias de las resoluciones detalladas a continuación, en las que se otorga la autorización correspondiente al señor **GUILLERMO A. COCK CARRASCO** para realizar la ejecución de trabajos de investigación arqueológica contemplados en el "Proyecto de Recuperación de Contextos Funerarios del Periodo Inca y Ampliación de Investigaciones en el Cementerio Puruchuco – Huaquerones"

Al respecto y de acuerdo a su solicitud, adjunto al presente copia de las siguientes Resoluciones:

- Resolución Directoral Nacional N° 622/INC del 10 de julio de 2001
- Resolución N° 03-CCZAOAAHH del 22 de mayo de 1999

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente,


Ministerio de Cultura
 Dirección de Arqueología
 Héctor Augusto Walde Salazar
 Director

DA/HWS/geg

Av. Javier Prado Este N° 2465, San Borja, Lima 41 – Perú. Teléfono: (511) 476-9933
www.mcultura.gob.pe