

MARIA IZABEL CARDOSO BENTO

**Determinação do sexo a partir da morfometria geométrica e mensurações em
imagens tridimensionais de dentes caninos**

São Paulo
2022

MARIA IZABEL CARDOSO BENTO

**Determinação do sexo a partir da morfometria geométrica e mensurações em
imagens tridimensionais de dentes caninos**

Versão Corrigida

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas para obter o título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: Odontologia Forense e Saúde Coletiva

Orientador: Prof. Dr. Edgard Michel Crosato.

Coorientadora: Prof. Dra. Bianca Marques Santiago

São Paulo

2022

Catálogo da Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Bento, Maria Izabel Cardoso.

Determinação do sexo a partir da morfometria geométrica e mensurações em imagens tridimensionais de dentes caninos / Maria Izabel Cardoso Bento; orientador Edgard Michel Crosato, coorientadora Bianca Marques Santiago. -- São Paulo, 2022.

102 p. : fig.; tab. ; 30 cm.

Tese (Doutorado) -- Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas. Área de concentração: Odontologia Forense e Saúde Coletiva. -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão corrigida.

1. Antropologia forense. 2. Análise para determinação do sexo. 3. Dente canino. 4. Imageamento tridimensional. I. Crosato, Edgard Michel. II. Santiago, Bianca Marques. III. Título.

Bento MIC. Determinação do sexo a partir da morfometria geométrica e mensurações em imagens tridimensionais de dentes caninos. Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Aprovado em: 29/09/2022

Banca Examinadora

Profa. Dra. Patrícia Moreira Rabello

Instituição: Universidade Federal da Paraíba Julgamento: Aprovada

Profa. Dra. Evelyne Pessoa Soriano

Instituição: Universidade de Pernambuco Julgamento: Aprovada

Profa. Dra. Thaís Lopez-Capp

Instituição: Universidade de São Paulo Julgamento: Aprovada

Dedico este trabalho ao meu avô, **Valdecir Cardoso**, que, poucos dias antes da sua partida, vibrou comigo a vitória da aprovação no Doutorado e tenho certeza que intercede por mim lá do céu.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar ao meu **Deus**, que me trouxe até aqui. Agradeço por todas as vezes que me levantastes enquanto eu fraquejava e caía. Se não fosse a força que encontro nEle, não estaria aqui.

A minha **mãezinha do céu**, que sempre me protegeu, desde o ventre da minha mãe, me tomou como filha e cuida de mim a cada momento e instante. Como é bom ter uma intercessora tão fiel e que é o caminho mais lindo para chegar em Deus e no Céu.

Aos meus pais, **José Idomar e Valdinete Cardoso**. Não existem palavras que sejam gratas o suficiente por tudo que fizeram e fazem por mim. Obrigada por todo amor e confiança depositado. Tudo o que eu puder fazer em minha vida para a felicidade de vocês, lutarei para fazer o dobro. Obrigada por me fazerem temente a Deus, por me fazerem conhecer o amor materno e puro de Nossa Senhora.

Aos meus avós, **Valdecir, Mariza, Maria e Francisco**, que sempre me apoiaram e se encheram de alegria com as minhas conquistas e que rezaram todos os dias para que eu chegasse aonde cheguei. Em especial ao meu vô Valdecir e a minha vó Mariza, meus padrinhos e meus segundos pais.

Aos meus **primos, primas, tios e tias**, que sempre me apoiaram e rezaram por mim, meu amor por vocês supera tudo!

Em especial a minha **Tia Diana**, quem sempre tomei como exemplo e me apoiou do início ao fim nessa caminhada.

Ao carinho e ao amor de **Tia Vavá e Tio Wellington**, que me receberam em São Paulo e cuidaram de mim como uma filha, fazendo com que a Paraíba ficasse mais pertinho. As minhas primas **Deborah e Bárbara**, que me incluíram em suas vidas como uma irmã e pude dividir inúmeras risadas e alegrias que espantavam qualquer estresse do dia a dia.

Ao meu irmão, **José Lucas Cardoso**, que sempre me apoiou e que fez de tudo por mim. Desconheço alguém que admire e que se orgulhe tanto de mim como ele.

Ao Professor **Edgard Michel Crosato**, por todo apoio nesses anos e por dividir comigo os seus conhecimentos, experiências, por acreditar e confiar em mim para realização dos trabalhos. O seu “amém” foi essencial para o meu crescimento e para tantas conquistas. Devo MUITO ao senhor e, mais ainda, as oportunidades que me destes. Não tenho palavras para agradecer tudo o que o senhor faz. Nunca irei esquecer o seu ensinamento da intercessão de Santa Donata, carrego essa devoção todos os dias da minha vida. Sua garra e luta pelo melhor me inspiram. Todo o meu agradecimento, respeito e admiração.

À Professora **Gabriela Biazevic**, por todo conhecimento compartilhado, toda compreensão e confiança depositada. Obrigada por cada conhecimento! Com a senhora compreendi a ter um olhar diferencial de professor, a ter cuidado, gentileza e empatia por cada aluno. Muito obrigada por tudo!

As queridas **Sônia** e **Glauci**, que se dispuseram e não hesitaram em me atender e ajudar em todas essas etapas! Que Deus abençoe imensamente a vida e o trabalho de vocês!

A **Thaís Lopez Capp**, que, sem nem pensar e nem medir esforços, me ajudou e acompanhou a cada momento. Thaís, sempre te admirei, mesmo antes de nos conhecermos! Tenho muito orgulho de dizer que você fez parte da minha formação e que tenho por perto a “Lopez Capp” de todos os artigos que eu lia e tinha como norte em minhas pesquisas! Obrigada por tudo!

A **Milena Norões**, essa amiga que não pestanejou e me auxiliou em toda a aquisição de dados. Tirava seu tempo para poder me auxiliar na pesquisa, a conseguir as imagens... em tudo! Mila, sem você eu não teria chegado nem na metade! Obrigada demaiiiiis!

A **Evelyne Pessoa Soriano**, obrigada por cada palavra amiga, cada disponibilidade do seu tempo, cada abraço materno, por sorrir com minhas alegrias e por sempre me apoiar para que eu seja melhor cada dia mais. Sua inteligência, força, coragem e amizade fazem-me crescer cada vez mais! Obrigada!!

A **Patrícia Moreira Rabello**, a quem chamo carinhosamente de “minha mãe Científica”, e que não mede esforços para me ajudar e ajudar aqueles que estão ao seu redor. Os seus ensinamentos foram muito além de atividades curriculares. Tenha certeza que, através da senhora, eu pude encontrar a minha grande paixão pela Odontologia Legal e descobrir o que fazer pelo resto da vida, isto é algo impagável.

A minha coorientadora, **Bianca Marques Santiago**, a quem tive o prazer de me aproximar e conhecer mais da pessoa magnífica que é. Tenho muito orgulho de falar de você, da sua inteligência, da sua determinação e de como você consegue ser uma profissional e uma mãe exemplar ao mesmo tempo, e sem falha alguma.

Aos meus amigos que se tornaram a minha família paulista, **Adrielly, Camila, Denise, Gabi, Gustavo e Ezequiel**. Obrigada por serem meu porto seguro! Vocês me acolheram e me fizeram sentir em casa, me sentir a vontade para eu ser quem era e compartilhar tudo!

É bíblico que *“Um amigo fiel é uma poderosa proteção: quem o achou, descobriu um tesouro.”* (Ecles 6, 14), e, olhando para tudo que vivi, percebo o quanto Deus colocou verdadeiros anjos na minha vida, tantos que seria impossível nomear. Assim, o meu muito obrigada a TODOS que, mesmo que no mínimo, fizeram e fazem parte dessa vitória.

*Nada te perturbe, nada te espante,
Tudo passa, Deus não muda,
A paciência tudo alcança;
Quem a Deus tem, nada lhe falta:
Só Deus basta.*

Santa Tereza D'Avila.

RESUMO

Bento MIC. Determinação do sexo a partir da morfometria geométrica e mensurações em imagens tridimensionais de dentes caninos [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2022. Versão Corrigida.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a determinação do sexo por meio da análise geométrica e de mensurações a partir de imagens tridimensionais de dentes caninos, advindas de escaneamento intraoral, no *Autodesk MeshMixer*, bem como elaborar um roteiro prático para servir de guia na manipulação e coleta de dados nesse *software*. Trata-se de um estudo do tipo cego e transversal, dividido em duas etapas. Inicialmente, foram selecionadas imagens de 127 caninos (65 femininos e 63 masculinos) para a análise morfométrica geométrica, utilizando a marcação de 50 pontos, distribuídos em 27 pontos para contorno e 23 pontos para delimitação da forma das superfícies vestibular e lingual. Cada ponto de referência recebeu um valor para as coordenadas x, y e z, representando a sua posição. Na análise estatística dos dados foi utilizado um software específico para análise morfométrica geométrica, o *MorphoJ*, no qual foram importados os dados e submetidos à Análise Ajustada de Procrustes, Análise Discriminante e Análise da Variação Canônica. Não foram exibidas diferenças significativas para distribuição do sexo nas análises anteriores. Ainda, os dados relativos ao tamanho do centroide gerado no *MorphoJ* foram importados para o IBM SPSS *Statistics* 22.0 e submetidos ao teste *t student*, resultando em uma diferença estatística para o sexo. Para a aplicabilidade das mensurações digitais, foram utilizadas imagens de 345 caninos (191 femininos e 154 masculinos). Foram realizadas medidas das distâncias mesiodistais, vestibulolinguais, cervicoincisais (altura) e distâncias intercaninas de 5 pontos estabelecidos em cada canino (cúspide, cervical por vestibular e lingual, ponto máximo mesial e lingual). Todas as médias foram maiores para o sexo masculino e, com exceção da altura do elemento 33, apresentaram diferenças significativas para o sexo ($p < 0,05$). As mensurações mesiodistais, vestibulolinguais e intercaninas (com exceção do ponto cervical por lingual), apresentaram uma boa acurácia, representadas por valores de áreas sobre a curva ROC maiores do que 0,7. O *Autodesk MeshMixer* apresentou-se como um ótimo auxiliar e de grande contribuição para análises dentro da Antropologia

Forense. Apesar dos caninos serem elementos altamente dimórficos, para a análise morfométrica, não foram exibidas diferenças estatísticas na análise discriminante. Porém, o tamanho do centroide apresentou diferenças estatísticas e com médias maiores para o sexo masculino. As medidas realizadas nos dentes caninos apresentaram diferenças estatísticas para o sexo, com boas classificações na análise discriminante e com boas previsões sexuais de acordo com os valores de especificidade e sensibilidade. A aplicabilidade de técnicas digitais de mensuração exibiu bons resultados, concordando esses dados obtidos com estudos que utilizaram as técnicas manuais de medida.

Palavras-chave: Antropologia Forense. Análise para Determinação do Sexo. Dente Canino. Imageamento tridimensional.

ABSTRACT

Bento MIC. Sex determination from geometric morphometry and measurements in three-dimensional images of canine teeth [thesis]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2022. Versão Corrigida.

The present study aimed to evaluate the determination of sex through geometric analysis and measurements from three-dimensional images of canine teeth, resulting from intraoral scanning, in the Autodesk MeshMixer, as well as to elaborate a practical script to serve as a guide in the manipulation and data collection in this software. This is a blind and cross-sectional study, divided into two stages. Initially, images of 127 canines (65 females and 63 males) were selected for geometric morphometric analysis, using 50-point marking, distributed into 27 points for contouring and 23 points for delimitation of the shape of the buccal and lingual surfaces. Each reference point received a value for the coordinates x, y and z, representing its position. In the statistical analysis of the data, a specific software for geometric morphometric analysis, MorphoJ, was used, in which the data were imported and submitted to Adjusted Procrustes Analysis, Discriminant Analysis and Analysis of Canonical Variation. No significant differences were shown for gender distribution in the previous analyses. Furthermore, data relating to the size of the centroid generated in MorphoJ were imported into IBM SPSS Statistics 22.0 and submitted to the student t test, resulting in a statistical difference for gender. For the applicability of digital measurements, images of 345 dogs (191 female and 154 male) were used. Mesiodistal, buccolingual, cervicoincisal (height) and intercanine distances were measured at 5 points established on each canine (cusp, cervical by buccal and lingual, mesial and lingual maximum point). All means were higher for males and, with the exception of the height of element 33, showed significant differences for gender ($p < 0.05$). The mesiodistal, buccolingual and intercanine measurements (with the exception of the cervical point for the lingual one), showed good accuracy, represented by values of areas on the ROC curve greater than 0.7. Autodesk MeshMixer was presented as a great helper and a great contribution to analyzes within Forensic Anthropology. Despite the canines being highly dimorphic elements, for the morphometric analysis, no statistical differences were shown in the discriminant analysis. However, the centroid size

showed statistical differences and with higher means for males. The measurements performed on the canine teeth showed statistical differences for sex, with good classifications in the discriminant analysis and with good sexual predictions according to the specificity and sensitivity values. The applicability of digital measurement techniques showed good results, agreeing with these data obtained from studies that used manual measurement techniques.

Keywords: Forensic Anthropology. Sex Determination Analysis. Canine. Imaging, Three-Dimensional.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 3.1 - Interface gráfica do <i>Autodesk MeshMixer</i>	35
Figura 3.2 - Importando modelos (A); Modelo importado (B).	37
Figura 3.3 - Fluxograma apresentando o passo a passo para marcação do ponto de referência e obtenção dos valores para cada coordenada	38
Figura 3.4 - Fluxograma apresentando o passo a passo para obtenção da medida total do modelo	39
Figura 3.5 - Fluxograma apresentando o passo a passo para obtenção da medida linear selecionada nos pontos de interesse	40
Figura 4.1 - Referência das coordenadas x, y e z tomadas para análise dos caninos	45
Figura 4.2 - Demonstração da marcação dos pontos de referência na superfície vestibular do canino. Em vermelho, os pontos do tipo I; em azul, os pontos do tipo II para o contorno incisal/oclusal; em laranja, os pontos do tipo II para o contorno vestibular; e, em verde, os pontos do tipo II para a superfície vestibular/palatina/lingual	46
Figura 4.3 - Gráficos dos conjuntos de dados após o ajuste de Procrustes relacionando as coordenadas x e y (A), x e z (B) e y e z (C)	48
Figura 4.4 - Análise de Componentes Principais (PCA) entre os sexos guiados pelo <i>wireframe</i> dos 50 pontos em diferentes cortes axiais	50
Figura 4.5 - Gráfico da Análise de Componentes Principais (PCA) tomando com referências o PC1 e PC2	50
Figura 4.6 - Wireframes da DFA para classificação dos sexos, entre todos os dentes, guiados pelo link dos pontos (em azul, masculino; em rosa, feminino) para em contorno vestibular (A), superfície vestibular (B), contorno lingual (C), superfície lingual (D); e junção de todos os pontos nas coordenadas x e y (E), nas coordenadas x e z (F) e nas coordenadas y e Z (G)	52

Figura 4.7 - Wireframes da DFA para classificação dos sexos, do elemento 13, guiados pelo link dos pontos (em azul, masculino; em rosa, feminino) para em contorno vestibular (A), superfície vestibular (B), contorno lingual (C), superfície lingual (D); e junção de todos os pontos nas coordenadas x e y (E), nas coordenadas x e z (F) e nas coordenadas y e Z (G) 52

Figura 4.8 - Wireframes da DFA para classificação dos sexos, do elemento 23, guiados pelo link dos pontos (em azul, masculino; em rosa, feminino) para em contorno vestibular (A), superfície vestibular (B), contorno lingual (C), superfície lingual (D); e junção de todos os pontos nas coordenadas x e y (E), nas coordenadas x e z (F) e nas coordenadas y e Z (G) 53

Figura 4.9 - Wireframes da DFA para classificação dos sexos, do elemento 33, guiados pelo link dos pontos (em azul, masculino; em rosa, feminino) para em contorno vestibular (A), superfície vestibular (B), contorno lingual (C), superfície lingual (D); e junção de todos os pontos nas coordenadas x e y (E), nas coordenadas x e z (F) e nas coordenadas y e Z (G) 53

Figura 4.10 - Wireframes da DFA para classificação dos sexos, do elemento 43, guiados pelo link dos pontos (em azul, masculino; em rosa, feminino) para em contorno vestibular (A), superfície vestibular (B), contorno lingual (C), superfície lingual (D); e junção de todos os pontos nas coordenadas x e y (E), nas coordenadas x e z (F) e nas coordenadas y e Z (G) 54

Figura 5.1 - Descrição das medidas lineares para a (A) distância mesiodistal da coroa; (B) distância cervicoincisal da cora; (C) distância intercanina pela cúspide; (D) distância intercanina cervical por vestibular; (E) distância intercanina cervical por lingual; (F) distância intercanina pelo ponto máximo mesial; (G) distância intercanina pelo ponto máximo distal 65

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Amostra dividida por dente e por sexo	44
Tabela 4.2 - Referência dos pontos cartesianos marcados nos caninos de acordo com a figura 2	46
Tabela 4.3 - Análise de componentes principais para o sexo (PCA).....	49
Tabela 4.4 - Análise discriminante combinada em pares de dentes caninos para o sexo.....	51
Tabela 4.5 - Análise de variação canônica (CAV) para o sexo, com variância acumulada em 100%.....	54
Tabela 4.6 - Análise do tamanho dos centroides em relação ao sexo	55
Tabela 5.1 - Discriminação da amostra utilizada no estudo	64
Tabela 5.2 - Descrição das medidas lineares e as respectivas referências abordadas no estudo	65
Tabela 5.3 - Análise descritiva e teste de média para amostras independentes dos dados para cada dente.....	67
Tabela 5.4 - Análise discriminante para cada medida realizada no canino e função discriminante elaborada com todas as variáveis.....	68
Tabela 5.5 - Análise da Curva ROC das mensurações analisadas para o sexo por ordem de melhor predição	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Distância cevicoincisal
AF	Antropologia Forense
AUC	Área sob a curva ROC
CAV	Análise de Variação Canônica
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CERV	Distância intercanina cervical vestibular
CERL	Distância intercanina cervical lingual
DFA	Análise da Função Discriminante
GPA	Análise Geral de Procrustes
IC	Distância intercanina pela cúspide
ICC	Índice de Correlação Intraclasse
MD	Distância mesiodistal da coroa
MG	Morfometria Geométrica
PC	Componente principal
PCA	Análise de Componentes Principais
PM	Distância intercanina pelo ponto máximo mesial
PD	Distância intercanina pelo ponto máximo distal
ROC	Receiver Operating Characteristic
RNA	Redes Neurais Artificiais
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
VL	Distância vestibulolingual

PREFÁCIO

Esta tese é composta por três capítulos desenvolvidos como parte da pesquisa durante o Doutorado em Ciências Odontológicas, com financiamento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES):

- (I) Guia de utilização do *Autodesk MeshMixer* para a análise e manipulação de imagens 3-D como auxiliar da Antropologia Forense;
- (ii) Aplicação da morfometria geométrica em imagens tridimensionais de dentes caninos para determinação do sexo;
- (iii) Mensurações digitais em imagens 3-D de dentes caninos para determinação do sexo.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	25
1.1	CONSTRUÇÃO DE IMAGENS TRIDIMENSIONAIS POR ESCANEAMENTO INTRAORAL E A SUA CONTRIBUIÇÃO PARA A ANTROPOLOGIA FORENSE	27
1.2	ANÁLISE MORFOMÉTRICA GEOMÉTRICA COMO AUXILIAR DA IDENTIFICAÇÃO HUMANA	29
2	PROPOSIÇÃO	33
3	CAPÍTULO I: GUIA DE UTILIZAÇÃO DO <i>AUTODESK MESHMIXER</i> PARA A ANÁLISE E MANIPULAÇÃO DE IMAGENS 3-D COMO AUXILIAR DA ANTROPOLOGIA FORENSE	35
3.1	APRESENTANDO O <i>AUTODESK MESHMIXER</i>	35
3.2	IMPORTANDO IMAGENS PARA MANIPULAÇÃO	36
3.3	APLICANDO PONTOS E IDENTIFICANDO AS COORDENADAS X, Y E Z PARA A MORFOMETRIA GEOMÉTRICA	37
3.4	REALIZANDO MENSURAÇÕES.....	39
3.5	CONCLUSÃO.....	40
	REFERÊNCIAS.....	41
4	CAPÍTULO II: APLICAÇÃO DA MORFOMETRIA GEOMÉTRICA EM IMAGENS TRIDIMENSIONAIS DE DENTES CANINOS PARA DETERMINAÇÃO DO SEXO	43
4.1	INTRODUÇÃO	43
4.2	MATERIAL E MÉTODOS	44
4.3	RESULTADOS	48
4.4	DISCUSSÃO	55
4.5	CONCLUSÃO.....	58
4.6	AGRADECIMENTOS	58
	REFERÊNCIAS.....	59
5	CAPÍTULO III: MENSURAÇÕES DIGITAIS EM IMAGENS 3-D DE DENTES CANINOS PARA DETERMINAÇÃO DO SEXO	63
5.1	INTRODUÇÃO	63
5.2	MATERIAL E MÉTODOS	64
5.3	RESULTADOS	66

5.4	DISCUSSÃO.....	69
5.5	CONCLUSÃO	71
5.6	AGRADECIMENTOS.....	71
	REFERÊNCIAS	73
	APÊNDICE A	75
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
	REFERÊNCIAS	81
	ANEXOS.....	87

1 INTRODUÇÃO

A Odontologia Legal é caracterizada pelo desígnio do estudo das regiões da cabeça e do pescoço, a fim de empregar tais conhecimentos à serviço da justiça, podendo, ainda, suas perícias estenderem-se em âmbitos cível, penal e trabalhista, avaliando vivos, cadáveres, ossadas, trabalhos odontológicos ou vestígios isolados (1,2).

A Antropologia Forense (AF) é um ramo da Antropologia Biológica que busca - por meio de seus conhecimentos e de suas ciências acessórias – estabelecer uma identidade baseada em critérios, são estes: sexo, altura, ancestralidade e idade (3,4). Também, a AF possui um papel de destaque em decorrência da sua grande colaboração nas respostas necessárias aos inquéritos policiais, sendo um exercício revestido de grande valor social, pois coopera na resolução de casos, como os de pessoas desaparecidas, por exemplo (5).

No entanto, as condições oferecidas pelos cadáveres – que variam desde íntegros a apenas restos humanos - nem sempre oferecem os requisitos necessários para a utilização das metodologias corriqueiramente empregadas. Nessas situações, em geral, o crânio e os dentes são as partes mais bem preservadas e recuperadas (6,7) e, assim, diversas metodologias baseadas nessas estruturas precisam ser desenvolvidas, na intenção de aumentar o número de identificações positivas realizadas.

Os dentes são os elementos do corpo humano que possuem maior teor de mineralização, sendo, por conseguinte, os mais resistentes às ações *post mortem* do que qualquer outro tecido do corpo (8). Por esse motivo, eles ocupam uma posição de destaque no processo de identificação humana, contribuindo principalmente para a estimativa da idade e, por diversas vezes, também são destacados na literatura como um importante referencial a ser utilizado para a determinação do sexo (9).

O dimorfismo sexual apresentado pelos elementos dentais pode ser explicado por diversos fatores. A produção de esmalte e crescimento de dentina estão diretamente ligadas à atuação da função e proliferação celular, o que sugere que existem influências diferenciais na atuação dos cromossomos X e Y no resultado de características somáticas, sejam no tamanho ou forma das coroas e raízes dos dentes (10).

A análise dental, na esfera de identificação humana, pode-se valer de diversos elementos contidos em documentações odontológicas pré-existentes, as quais podem fornecer informações a partir de registros em prontuários, fichas clínicas, modelos de gesso ou imagens, sejam elas fotográficas e/ou radiográficas (11).

No que diz respeito à utilização dos registros escritos odontológicos, a literatura relata a subjetividade à qual esses escritos podem estar submetidos e, até mesmo, o grau de veracidade dos dados ali contidos. Em contrapartida, registros radiográficos representam informações precisas e objetivas a respeito do indivíduo a qual pertence (12), proporcionando subsídios mais consistentes para os que necessitam daquelas informações para estabelecer a identidade de alguém.

O uso dessas imagens pode ser realizado de forma comparativa ou reconstrutiva. Esta última utiliza as informações contidas nesses registros imaginológicos para elaborar um perfil biológico de alguém que se busque identificar (12). Superando os limites estabelecidos pela bidimensionalidade (2-D) da radiografia, a disponibilização de imagens do tipo tridimensionais (3-D) tem fornecido vantagens significativas para a Odontologia Legal (13).

Nos últimos anos, houve um avanço exponencial nos recursos tecnológicos para o manejo das imagens 3-D nas mais diversas áreas. Elas advêm da reconstrução digital que reflete informação das dimensões x, y e z do objeto (14), fornecendo informações relevantes e maiores aplicações dentro do contexto forense (15), pois proporcionam uma facilidade de maior compreensão do que se está analisando, principalmente quando comparadas às análises de imagens 2-D (16,17).

Estudos demonstraram não haver diferenças para os procedimentos que são realizados de forma digital ou modelos físicos por meio de paquímetros digitais (18,19). Ademais, ainda é proporcionada ao profissional, uma maior disponibilidade temporal e de recursos de manipulação com os dados analisados. Isso facilita a realização dos exames, a aplicação de diversos métodos de forma mais eficientes e rápidas, bem como a revisão de detalhes que podem fornecer elementos essenciais para estabelecer uma identidade.

Ante ao exposto, o objetivo geral desta tese foi aplicar métodos de morfometria geométrica e de mensurações em dentes caninos para determinação do sexo em imagens 3-D. Para tanto, a amostra utilizada foi obtida por meio de imagens de escaneamento intraoral e manipuladas em software de modelagens tridimensionais

chamado *Autodesk MeshMixer*®. Os estudos serão apresentados nos três subsequentes capítulos:

Capítulo I. Guia de utilização do *Autodesk MeshMixer* para a análise e manipulação de imagens 3-D como auxiliar da Antropologia Forense.

Capítulo II. Aplicação da morfometria geométrica em imagens tridimensionais de dentes caninos para determinação do sexo.

Capítulo III. Mensurações digitais em imagens 3-D de dentes caninos para determinação do sexo.

O capítulo I aborda um guia prático do software *MeshMixer* como um auxiliar das análises de imagens em Antropologia Forense, detalhando a metodologia abordada na presente tese. Para os estudos referentes aos capítulos II e III, foi utilizada amostra de imagens pertencente a uma clínica radiológica localizada no nordeste do Brasil.

O projeto de pesquisa foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo e foi aprovado pelo parecer número 3.958.537 (CAAE: 55821516.7.0000.0075) (ANEXO A), além da autorização para alteração da amostra em uma emenda submetida e aceita sob parecer 5.331.597 (ANEXO B).

1.1 CONSTRUÇÃO DE IMAGENS TRIDIMENSIONAIS POR ESCANEAMENTO INTRAORAL E A SUA CONTRIBUIÇÃO PARA A ANTROPOLOGIA FORENSE

Em primeira análise, o uso do escaneamento intraoral surgiu na Odontologia dentro do sistema conhecido como CAD/CAM, o qual veio com intuito de atribuir peças de reabilitação oral com fabricação instantânea a partir das informações da cavidade oral serem convertidas em dados digitais. Nesse sentido, a partir do ano de 2015, na Europa, surgiu uma grande necessidade de aprimorar essas técnicas de escaneamento e, por conseguinte, uma grande melhora no escaneamento digital (20).

Dessa forma, o que antes era apenas a análise e/ou preparo em um único dente, passou a agregar dados das arcadas dentais (superior e inferior) de forma completa, possibilitando ao profissional uma análise 3-D dos elementos dentais ligadas diretamente ao laboratório, o que facilitava grandemente a atividade profissional e especializada do cirurgião-dentista (21).

Levando em consideração tais avanços, os aprimoramentos das máquinas mais atuais permitiram que não houvesse necessidade, também, de revestir os elementos dentais anteriormente com o pó para que houvesse a captura das imagens das suas superfícies (22).

Um estudo realizado por Totima et al. (2018) comparou modelos em gesso, advindos de moldagens em alginato e silicona, com suas respectivas imagens digitais. Para tanto, utilizou-se de um modelo em resina padrão, no qual fixou oito esferas em cerâmica nas regiões vestibulares de pré-molares e molares, e realizou doze medidas lineares, a partir desse modelo de referência, com um instrumento de alta precisão, servindo de padrão de referência para as demais aplicações na amostra.

Ao comparar os grupos, não houve diferenças significativas em relação a essas distâncias e, ainda, em cinco medidas, o grupo das imagens digitais advindas do escaneamento apresentaram uma acurácia significativamente maior do que nos outros grupos (23).

Mesmo assim, muitas podem ser as diferenças que contribuem para o surgimento de variações em modelos digitalizados quando comparados aos de técnica convencional, dentre estes, pode-se citar o operador, treinamento, calibração e/ou condições em que são realizadas o escaneamento (23).

Ao passo em que os avanços ocorrem, os scanners vêm tornando-se cada vez mais presentes na rotina do cirurgião-dentista. A partir da transferência dos dados odontológicos para o meio digital, resultando em modelos tridimensionais que podem ser analisados via computador, também pode, de forma significativa, facilitar e fornecer dados precisos quando são necessárias análises dos elementos dentais para o estabelecimento da identidade de um indivíduo (24).

Em contrapartida à agilidade, à rapidez e à confiabilidade que as análises digitais oferecem, as análises convencionais demandam um processo mais longo em decorrência da análise manual dos achados que subsidiam a comparação dos registros *ante-mortem* e *post-mortem*, e, conseqüentemente, podem atrasar os processos de identificação de vítimas de desastres em massa, por exemplo (25),

conferindo mais importância a uma maior aplicabilidade dessas ferramentas dentro do contexto forense.

Tendo em vista a importância do escaneamento intraoral para subsidiar estudos forenses, Bae e Woo, em 2022, realizaram um estudo com objetivo de analisar a acurácia do *scanner* intraoral para análise morfológica de elementos dentais com interesse forense por meio de aplicação de três máquinas popularmente utilizadas (CS3600, i500 e Trios3).

Nesse contexto, mesmo com divergências de desempenho, a máquina do tipo i500 foi a que apresentou o melhor desempenho quando colocado de forma total, apresentando uma boa precisão tanto para dentes quanto para imagens de varredura completa das áreas adjacentes (26).

Posto isso, o uso dessas tecnologias pode contribuir grandemente com a rotina pericial, a qual almeja e necessita de informações que facilitem e deem robustez à atividade laborativa dos peritos em prol da sociedade.

1.2 ANÁLISE MORFOMÉTRICA GEOMÉTRICA COMO AUXILIAR DA IDENTIFICAÇÃO HUMANA

Os antropólogos forenses buscam o estabelecimento da identidade baseadas em estudos, por exemplo, das estruturas ósseas anatômicas, as quais oferecem informações sobre a sua afinidade populacional, sexo, idade à morte e estatura (27).

O estudo da morfologia é uma das análises mais antigas e praticadas na Antropologia Forense. Ao longo do tempo, essas técnicas vêm sendo continuamente aperfeiçoadas, devido às circunstâncias que o objeto estudado oferece (28).

A estimativa do sexo é um pilar essencial e, devido ao grande número de informações ofertadas pelo dimorfismo sexual, requisita uma maior atenção e análise dos exames esqueléticos, empregando métodos morfológicos e métricos.

No entanto, os métodos disponíveis nem sempre oferecem a confiabilidade necessária que um antropólogo precisa para afirmar a existência daquela característica como dimórfica e, assim, diversos estudos demonstraram uma maior

predição para diferenciação dos sexos por meio da aplicação da morfometria geométrica, podendo contribuir de forma exponencial em estudos forenses (26).

A morfometria pode ser dividida em tradicional e geométrica. A tradicional é caracterizada pelo estudo estatístico das formas e tamanho, atrelando a isso, uma análise quantitativa, utilizando como referência pontos anatômicos, gerando uma representação do formato do que se está avaliando, estudando o quanto essas medidas variam entre si e como elas estão relacionadas (29,30,31).

Ao aplicarem a morfometria tradicional, notou-se que, mesmo com todo esse estudo quantificado de forma linear, ainda não era possível o estabelecimento do formato necessário que permitisse o estudo desse, já que os organismos são caracterizados pela sua multidimensionalidade. Assim, outros métodos foram sendo agregados ao estudo da morfometria e, atualmente, com a crescente tecnologia e acesso às técnicas digitais, obteve-se um novo olhar para o estudo da morfometria, chamada de geométrica. Essa busca a representação da geometria das formas, conferindo uma maior precisão do delineamento do objeto de estudo (31).

A morfometria geométrica (MG) é um estudo estatístico da forma e suas variações, possibilitando que as estruturas analisadas sejam quantificadas pela geometria e morfometria dessas, baseada por coordenadas que podem ser em duas ou três dimensões (x, y, z), definidas como *landmarks*. Os *landmarks* são pontos homólogos que podem ser vistos em todos os objetos de estudo e refletem sua forma (32,33,34,35,36).

Bookstein, em 1991, dividiu esses *landmarks* em três tipos diferentes. O tipo I são representados pelos pontos que apresentam-se de forma clara e homóloga em todas as espécies estudadas, o tipo II, são aqueles situados em pontos mínimos e máximos das curvaturas (também são conhecidos como *landmarks* geométricos ou matemáticos), os tipos III podem ser chamados *semi-landmarks*, que são os extremos das estruturas estudadas ou distância entre pontos extremos ou pontos de concavidade. Estes últimos são livres da homologia no objeto que se estuda (37).

Assim, alguns estudos voltados para a Antropologia Forense foram desenvolvidos utilizando a morfometria geométrica. Por exemplo, Michiue e colaboradores, em 2018, analisaram 220 tomografias computadorizadas das patelas em japoneses com objetivo de descobrir se existiam diferenças entre homens e mulheres em relação à volumetria óssea, aplicando as técnicas morfométricas. Esses

autores relataram que, naquela amostra, os resultados apresentaram diferenças estatísticas para o sexo (38).

Hishmat et al. (2015), acharam, em seu estudo, a utilidade da morfometria geométrica para estimar sexo e altura a partir da análise de membros inferiores longos, encontrando correlações entre os volumes do fêmur, fíbula e tíbia para estatura e, ainda, houve diferenças estatísticas para todos os ossos estudados, inclusive o metatarso em relação ao sexo (39).

Os elementos dentais possuem um papel de destaque na identificação, visto que em diversos casos, como os de desastres em massa, esses têm a característica de resistir às adversidades, por serem as estruturas mais duras e estáveis do corpo humano (40,41).

No entanto, as análises tradicionais dos dentes não são feitas com a utilização da morfometria geométrica. Silva et al. (2019), realizaram uma revisão sistemática com dados coletados de diversas bases de dados, com o objetivo de avaliar estudos que analisaram o padrão da coroa dental para dimorfismo sexual. Assim, todas as pesquisas apresentaram que os diâmetros mesiodistais de todos os elementos exibiram dimorfismo sexual, possuindo dimensões maiores no sexo masculino, principalmente nos caninos inferiores, superiores, seguidos pelos segundo molares inferiores e primeiros molares superiores e inferiores (42).

Dado que as variações populacionais apresentaram influência direta nos caracteres somáticos individuais, bem como a importância e a grande contribuição que a Morfometria Geométrica pode oferecer no contexto da identificação humana, torna-se essencial a aplicação e testagem desse método para a população brasileira. Espera-se que o avanço desses estudos possa proporcionar o preenchimento de lacunas na atividade pericial, facilitando e oferecendo elementos consistentes para formação do perfil biológico de um indivíduo.

2 PROPOSIÇÃO

Os objetivos desta tese foram:

- Desenvolver um roteiro para servir de guia na utilização do software *MeshMixer* para manipulação de imagens tridimensionais quanto a aplicação da morfometria geométrica e mensuração dentais.
- Verificar a aplicabilidade da morfometria geométrica em dentes caninos na determinação do sexo;
- Avaliar a aplicabilidade de mensurações digitais de dentes caninos humanos por meio de utilização de software de manipulação para a determinação do sexo:
 - a. Altura máxima da coroa de caninos superiores e inferiores;
 - b. Largura máxima da coroa de caninos superiores e inferiores;
 - c. Distâncias intercaninas superior e inferior.

3 CAPÍTULO I: GUIA DE UTILIZAÇÃO DO *AUTODESK MESHMIXER* PARA A ANÁLISE E MANIPULAÇÃO DE IMAGENS 3-D COMO AUXILIAR DA ANTROPOLOGIA FORENSE

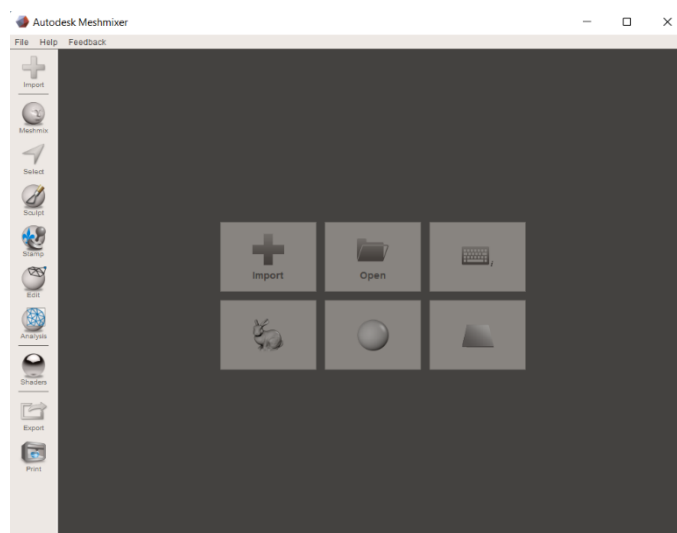
3.1 APRESENTANDO O *AUTODESK MESHMIXER*

O *MeshMixer* é um *software* gratuito desenvolvido pela *Autodesk Research*®. Ele foi projetado para auxiliar na edição e manipulação de malhas tridimensionais desde a aquisição da imagem até a impressão em modelos 3-D, abrangendo e proporcionando facilidades dentro das mais diversas áreas.

É um *software* do tipo livre e gratuito e encontra-se disponível para *download* (para sistemas *Windows*) no site <https://www.meshmixer.com/>. Dentre as funcionalidades disponibilizadas por esse *software*, pode-se citar a edição e/ou seleção e otimização de imagens para impressões 3-Ds, análises de estabilidade, espessura, suavização de deformações, limpezas ou medições nos objetos importados (1, 2).

A interface gráfica apresenta-se de forma elementar, exibindo os ícones de ferramentas de forma clara e objetiva, proporcionando ao usuário uma apresentação descomplicada para sua manipulação (Figura 3.1).

Figura 3.1 - Interface gráfica do *Autodesk MeshMixer*



Fonte: A autora.

Devido a esses requisitos, o *MeshMixer* passou a ser um *software* de grande utilização e ganhou espaço no dia a dia dos profissionais da Odontologia, que o utilizam para manipular as modelagens adquiridas dentro do consultório, proporcionando melhores aplicabilidades para planejamento de tratamentos, visualização de detalhes de imagens, realizar medidas e preparar a impressão dessas malhas para as mais diversas aplicações.

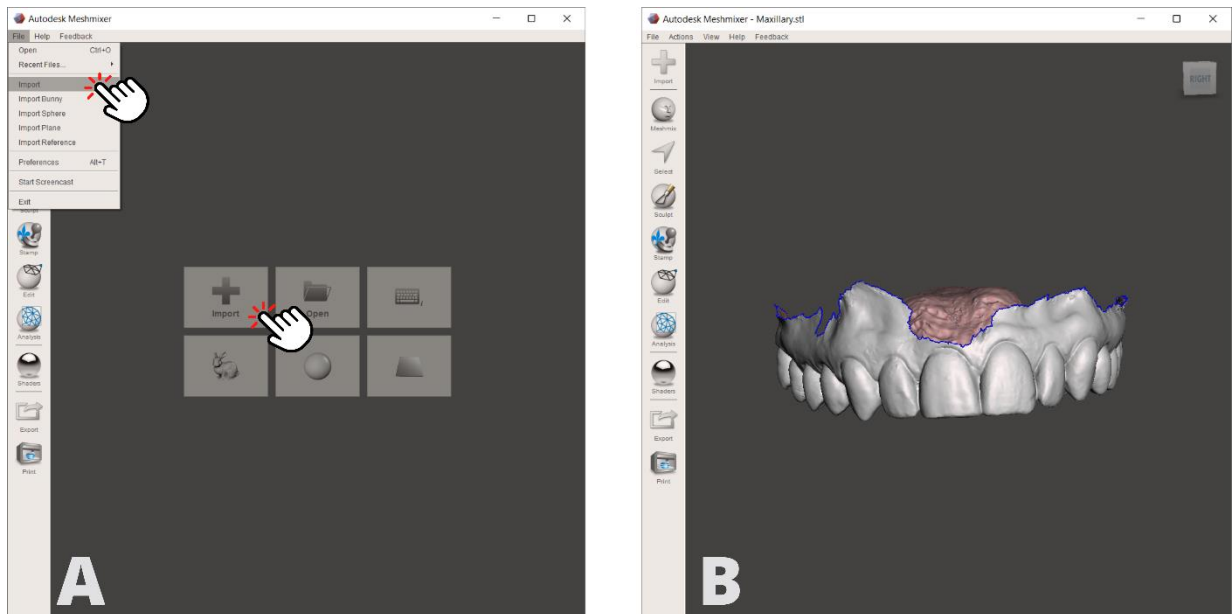
Assim, grandes são as vantagens da utilização desses recursos no dia a dia clínico. Do mesmo modo, tais benefícios também abrangem as necessidades da Antropologia Forense no que tange a análise para coleta de informações a respeito da dimensionalidade e posição de pontos característicos dentro das coordenadas x, y e z, bem como para realizar medidas do tipo lineares.

3.2 IMPORTANDO IMAGENS PARA MANIPULAÇÃO

Esse *software* suporta a importação de imagens em diversos formatos, dentre eles .stl, .ply, .obj, .amf, .3mf, .off e o .mix, um formato específico para os modelos criados e salvos pelo *MeshMixer* (1, 2).

Para prosseguir a importação, o usuário pode lançar mão de algumas vias, sendo uma delas por meio das opções do *menu > file > import* e/ou na opção *import* dentro da própria interface gráfica. Após isso, a imagem estará disponível para manipulação (Figura 3.2).

Figura 3.2 - Importando modelos (A); Modelo importado (B)



Fonte: A Autora.

As imagens podem ser movimentadas de acordo com a necessidade do usuário, podendo modificar a face de visão e aplicar, podendo, para isso, manter o botão direito do mouse pressionado e manipular a posição do objeto. Ainda, é possível aproximar ou desaproximar a imagem por meio do uso do botão de rolagem, de forma a exibir detalhes que sejam necessários as análises.

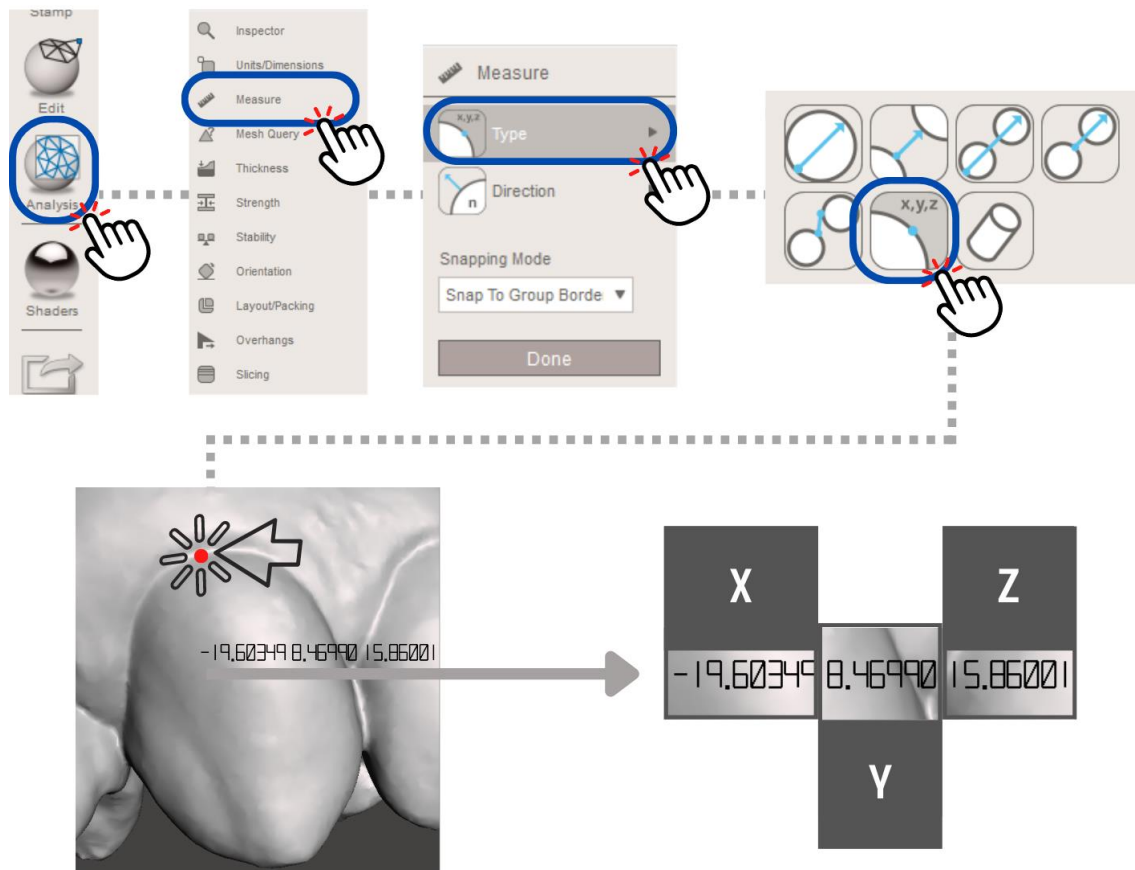
3.3 APLICANDO PONTOS E IDENTIFICANDO AS COORDENADAS X, Y E Z PARA A MORFOMETRIA GEOMÉTRICA

Para acessar essa funcionalidade, devemos ir até o menu suspenso lateral e seguir nas opções *analysis > measure*. Assim, uma caixa de diálogo será aberta, exibindo diversas opções para marcação de pontos. O tipo de medida de escolha para realização da identificação das coordenadas de um ponto de referência será a que exibe as letras x, y e z para um determinado ponto.

Após selecionada essa opção, um ponto vermelho aparecerá no centro da imagem e poderá ser guiado para o local desejado pelo operador, indicando, no lado

direito da tela, os valores de x, y e z dentro daquele modelo observado, como demonstrado pelo fluxograma apresentado na figura 3.3.

Figura 3.3 – Fluxograma apresentando o passo a passo para marcação do ponto de referência e obtenção dos valores para cada coordenada



Fonte: A Autora.

É importante ressaltar que os vetores de referência para as coordenadas x, y e z são largura, altura e profundidade, respectivamente. Ademais, também é oferecida a opção de movimentar ou rotacionar a posição do objeto na opção *edit > transform*, porém, a movimentação do objeto por essa funcionalidade altera a posição de referência do objeto para o centro dos vetores, o que resultaria em valores para x, y e z diferentes. Assim, indica-se que o usuário faça uso dos atalhos de movimentação pelo próprio mouse, como já mencionado anteriormente.

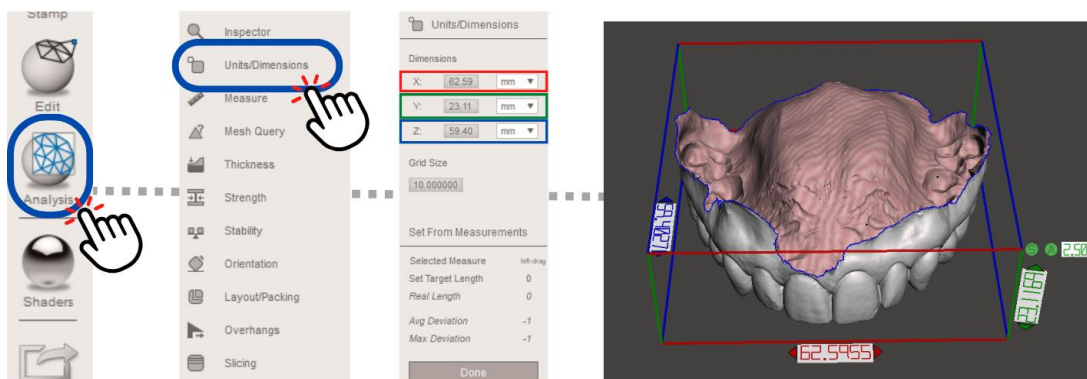
Após obtidos os valores dos pontos desejados, sugere-se que o operador vá compilando, de maneira organizada, esses valores em bases de dados ou planilhas eletrônicas. Assim, depois de reunir os valores de todos os pontos anteriormente previstos para a análise, esses resultados oferecerão a disposição da forma do elemento dental examinado.

3.4 REALIZANDO MENSURAÇÕES

A imagem importada transmite para o *software* informações sobre a dimensionalidade do seu tamanho na vida real. Assim, essa ferramenta é de grande utilidade quando se deseja conhecer o tamanho ou os valores para distância entre dois pontos.

Para realizar tais ações, o operador poderá acessar, novamente, a opção *Analysis*, seguindo para a opção *Units/Dimensions*, que abrirá uma caixa informando o tamanho daquele modelo para cada coordenada (Figura 3.4).

Figura 3.4 – Fluxograma apresentando o passo a passo para obtenção da medida total do modelo

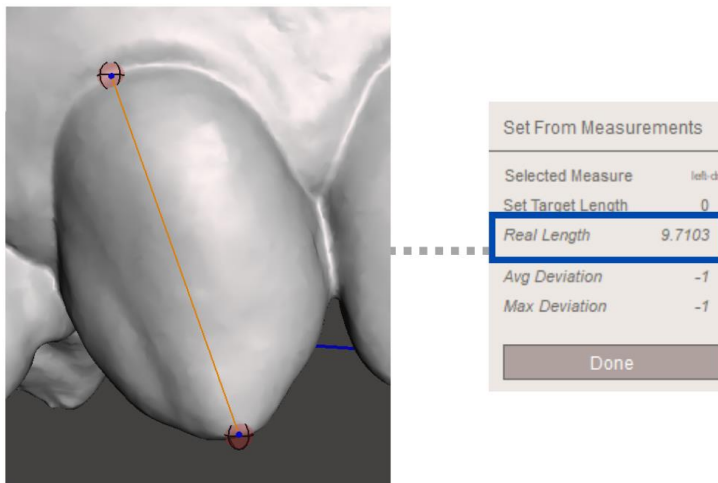


Fonte: A Autora.

Depois de coletadas as informações a respeito das dimensões total da arcada dental, ainda com a caixa de *Units/Dimensions* em seleção, o usuário poderá realizar medidas lineares no modelo, ligando os pontos que serão úteis ao objetivo do seu exame.

Essa ligação entre os pontos poderá ser realizada clicando o botão esquerdo do mouse afim de guiar a linha para o que se deseja medir. O resultado para a mensuração aparecerá em *real length*, dentro da caixa de ferramentas (Figura 3.5).

Figura 3.5 – Fluxograma apresentando o passo a passo para obtenção da medida linear selecionada nos pontos de interesse



Fonte: A Autora.

3.5 CONCLUSÃO

Este guia prático foi elaborado de forma a demonstrar como os peritos ou antropólogos forenses podem valer-se das ferramentas oferecidas pelo MeshMixer, que anteriormente era visto apenas como um *software* com fins clínicos, para facilitar e otimizar o seu trabalho pericial, contribuindo de forma significativa e célere com a apresentação dos seus resultados, além de não requerer compras de licenças pela sua disponibilidade livre e gratuita.

Outrossim, o presente capítulo foi utilizado como referência para metodologia dos estudos dentro dos capítulos II e III desta tese.

REFERÊNCIAS¹

1. Autodesk Research [homepage na internet]. Autodesk Meshmixer free software for making awesome stuff [acesso em 18 de ago de 2022]. Disponível em <https://www.meshmixer.com/>.
2. Autodesk Research [homepage na internet]. Help Home – MeshMixer Overview [acesso em 18 de ago de 2022]. Disponível em <https://help.autodesk.com/view/MSHMXR/2019/ENU/>.

¹ De acordo com o estilo Vancouver.

4 CAPÍTULO II: APLICAÇÃO DA MORFOMETRIA GEOMÉTRICA EM IMAGENS TRIDIMENSIONAIS DE DENTES CANINOS PARA DETERMINAÇÃO DO SEXO

4.1 INTRODUÇÃO

A identificação humana é um procedimento sistematizado que, de forma organizada, tem como principal objetivo estabelecer a identidade de um indivíduo (1). As metodologias corriqueiramente aplicadas para tal nem sempre se mostram suficientes, tais como em situações de acidentes com aeronaves ou incêndios que, por conseguinte, ocasionam grandes destruições nos tecidos usualmente utilizados como marcos de identificação. Nessas circunstâncias, ossos e dentes são as partes mais bem preservadas do corpo, conferindo uma grande importância a essas peças (2) e, conseqüentemente, ao estudo dessas.

Nesse sentido, a tecnologia está, cada vez mais, presente na rotina laboral da Odontologia e progredindo consideravelmente nos últimos anos. E, partindo disso, a criação de modelos tridimensionais é bem aplicada para a prótese, restauração e, subsidiariamente, tornou-se importante como uma forma de armazenar dados dos pacientes de maneira mais compacta, eliminando a necessidade de impressões em modelo convencionais (3).

A grande confiabilidade e facilidade em manipulação dessas imagens digitais são fontes potenciais para o cenário forense. Ademais, quando se fala em identificação humana, tais imagens digitais possuem um grande valor de aplicabilidade para a realização em estudos populacionais (4).

Consonante a isso, a morfometria geométrica vem como uma nova metodologia que analisa as variações existentes na forma e tamanho de um objeto, tomando como base as coordenadas cartesianas, as quais são pontos de referência, que auxiliam a sobrepor os limites estabelecidos por outras técnicas de análise convencionais, podendo, ainda, ser aplicada tanto de forma bi ou tridimensional (5).

A integração de metodologias atuais às análises digitais pode auxiliar no entendimento existente entre o tamanho e a forma de características do ser humano possuidor, sendo uma ferramenta de grande valia para antropólogos forenses quanto

ao quesito quantificar variáveis para determinar o sexo de uma ossada ou resto mortal que esteja sendo analisado (6).

No entanto, poucos são os estudos que utilizaram essas ferramentas tecnológicas para associar esses métodos e facilitar a atuação laboral dos antropólogos forenses dentro do estabelecimento da identidade de um indivíduo. Levando em consideração o grau de dimorfismos sexual existente dentro dos elementos dentais e a grande necessidade de aplicar essas técnicas em grupos populacionais brasileiros, este estudo propôs-se a avaliar as variações de tamanho e forma de dentes caninos humanos para determinação do sexo.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo cego e transversal, no qual a amostra foi composta por imagens 3-D de arcadas dentais superiores e inferiores, produtos de escaneamento intraoral, realizados por uma pessoa com experiência, advindas de uma população do nordeste do Brasil. O scanner utilizado foi do da marca iTero.

Para tanto, foram incluídas no estudo imagens tridimensionais de caninos superiores e inferiores de indivíduos entre 15 e 65 anos. Foram excluídas imagens que apresentavam distorções, caninos com cáries, com recessões gengivais consideráveis, hiperplasia gengival, em infraclusão, com braquetes ou *attachments* ou desgastes significativos que, de alguma forma, prejudicassem a análise e marcação dos pontos de coordenadas. A partir disso, foram selecionados 128 caninos advindos de 37 pessoas, como demonstrado na tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Amostra dividida por dente e por sexo

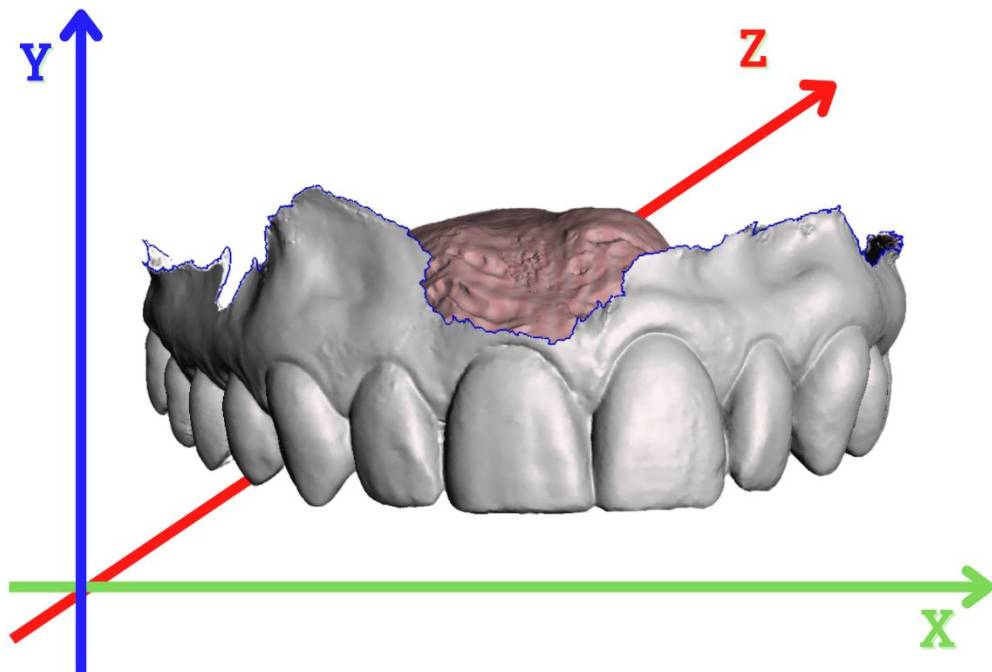
		Sexo		Total
		Masculino	Feminino	
Dente	13	17	18	35
	23	17	18	35
	33	15	15	30
	43	14	14	28
Total		63	65	128

Fonte: A Autora.

A partir da seleção da amostra, as imagens foram convertidas para o formato *.stl* e inseridas no *MeshMixer*, um *software* livre e não comercial no qual, por meio de suas ferramentas, foi aplicada a marcação dos pontos, que resultavam em valores de posição para cada uma das coordenadas (x, y e z).

É importante referenciar que, para determinação das coordenadas, foram tomadas como referência a largura para o vetor x, a altura para vetor y e a profundidade para o vetor z, como apresentado na figura 4.1.

Figura 4.1 - Referência das coordenadas x, y e z tomadas para análise dos caninos



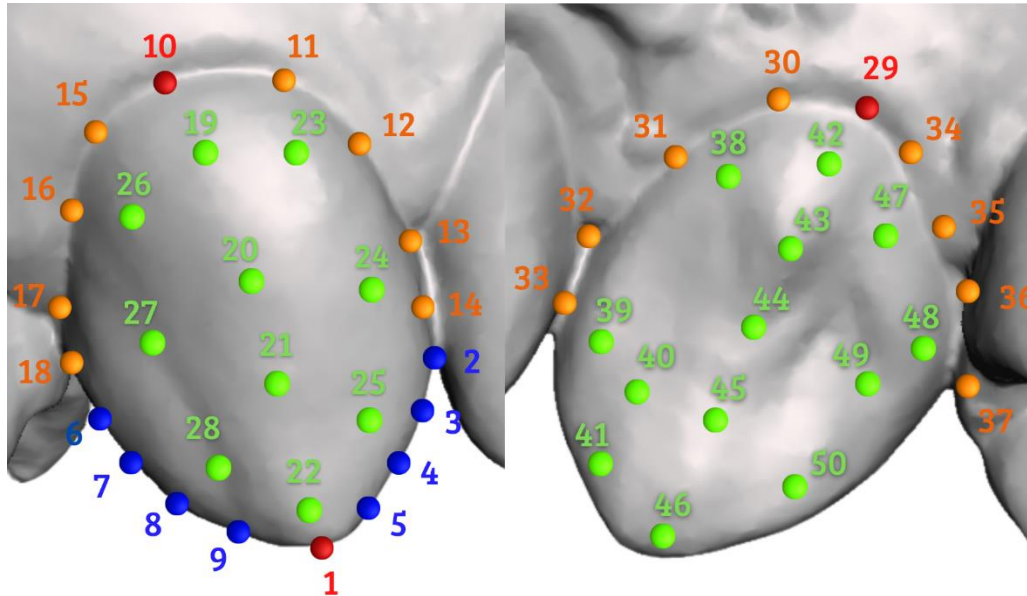
Fonte: A Autora.

Assim, com a imagem tridimensional do dente canino, foram marcados pontos de contorno e de superfície nos três terços (cervical, médio e incisal), tanto na região vestibular quanto na região lingual do elemento dental.

Para a marcação dos pontos, foi utilizado o preconizado por Bookstein (1991), que dividiu os pontos, chamados de *landmarks*, em três tipos (7). Para o presente estudo, utilizou-se marcação de 3 pontos do tipo I – homólogos para todos os dentes caninos – e 47 pontos do tipo II (geométricos) – pontos mínimos e máximos das

curvaturas –, tomando como base as referências apresentadas na tabela 4.2 e figura 4.2.

Figura 4.2 - Demonstração da marcação dos pontos de referência na superfície vestibular do canino. Em vermelho, os pontos do tipo I; em azul, os pontos do tipo II para o contorno incisal/oclusal; em laranja, os pontos do tipo II para o contorno vestibular; e, em verde, os pontos do tipo II para a superfície vestibular/palatina/lingual.



Fonte: A Autora.

Tabela 4.2 - Referência dos pontos cartesianos marcados nos caninos de acordo com a figura 2

Face	Terço	Tipo	Nº	Referência da marcação do ponto
Vestibular	Incisal	I	1	Cúspide do canino
			II	2
		3		Curvatura inicial na região mesial
		4		Curvatura média na região mesial
		5		Curvatura próxima à cúspide na região mesial
		6		Início da região distal
		7		Curvatura inicial na região distal
		8		Curvatura média na região distal
		9	Curvatura próxima à cúspide na região distal	
Cervical	I	10	Ponto superior da linha cervical	
		II	11	Curvatura inicial na região mesial
	12		Início da curvatura na região mesial	
Médio	II	13	Ponto interproximal mesial	
Cervical	II	14	Ponto da largura máxima da coroa na mesial	
		15	Curvatura inicial na região distal	
Médio	II	16	Início da curvatura na região distal	
		17	Ponto interproximal distal	
Cervical	II	18	Ponto da largura máxima da coroa na distal	
		19	Ponto central na curvatura no início da bossa	
Incisal	II	20	Ponto central e mais proeminente na bossa	
		21	Ponto central menos proeminente e no início do terço incisal	
		22	Ponto central mais proeminente no terço incisal	

	Cervical	II	23	Ponto na curvatura para a região mesial	
	Médio	II	24	Ponto na curvatura para a região mesial	
	Incisal	II	25	Ponto no sulco na região mesial	
	Cervical	II	26	Ponto na curvatura para a região distal	
	Médio	II	27	Ponto na curvatura para a região distal	
	Incisal	II	28	Ponto no sulco para a região distal	
Lingual	Cervical	I	29	Ponto superior da linha cervical	
			II	30	Curvatura inicial na região mesial
				31	Início da curvatura na região mesial
				32	Ponto interproximal mesial
	Médio	II	33	Ponto da largura máxima da coroa na mesial	
	Cervical	II	34	Curvatura inicial na região distal	
			35	Início da curvatura na região distal	
			36	Ponto interproximal distal	
	Médio	II	37	Ponto da largura máxima da coroa na distal	
	Cervical	II	38	Ponto na curvatura para a região mesial	
			Médio	II	39
					40
	Incisal	II	41	Ponto mais proeminente e mesial no terço incisal	
				Cervical	II
			43		
	Médio	II	44	Forame cego; abaixo do cíngulo	
				45	Ponto menos proeminente da crista lingual no terço médio
Incisal	II	46	Ponto mais proeminente da crista lingual no terço incisal		
			47	Ponto na curvatura para a região distal no terço cervical	
Médio	II	48		Ponto mais proeminente da crista marginal distal no terço médio	
			49	Fossa distolingual no terço médio	
Incisal	II	50		Ponto mais proeminente e distal no terço incisal	

Fonte: A Autora.

Em cada ponto de referência marcado, eram obtidos valores de posição para as três coordenadas (x, y e z) e esse processo foi realizado por um único examinador devidamente calibrado. Para o seu treinamento, foram realizados dois exames, em um intervalo de 7 dias, em uma amostra de 22 caninos.

Para testar a reprodutibilidade e confiabilidade para marcação dos pontos, os dados coletados foram inseridos no *software* IBM SPSS *Statistics* 22.0 (SPSS), aplicando o teste de índice de correlação intraclasse (ICC) para avaliar a concordância entre os valores obtidos nos dois exames.

Na concordância intraexaminador foram obtidos valores acima de 0,95 para o ICC de todos os pontos. É importante salientar que a amostra utilizada para a calibração foi incluída para a análise de dados geral, sendo, para aquela, utilizados os dados do segundo exame.

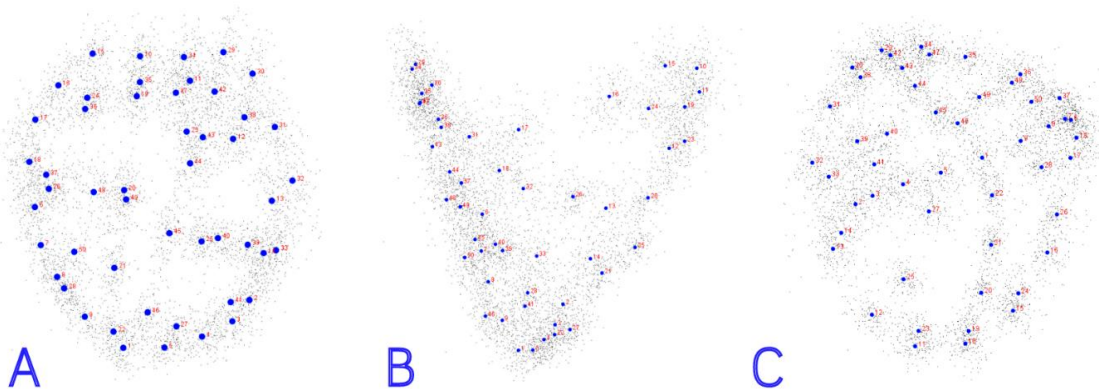
Para a análise estatística da amostra estudada, foi utilizado o *software MorphoJ*, o qual realiza análises morfométricas geométricas, estando disponível gratuitamente sob licença *Apache*, versão 2.0. Por meio disso, os dados coletados foram submetidos a uma Análise Generalizada de Procrustes (GPA), Análise de Componentes Principais (PCA) e Análise da Função Discriminante (DFA), com nível de significância de 5%.

4.3 RESULTADOS

Inicialmente, os dados foram filtrados de forma a minimizar os *outliers*, para que, posteriormente, fosse aplicada a GPA. Essa análise, também chamada de ajuste de Procrustes, busca minimizar a soma quadrática dos desvios das coordenadas nos dados obtidos dos pontos de referência, com objetivo de diminuir os efeitos indesejados à análise dos dados em relação à posição, à escala, à translação e ao seu tamanho dentro da geometria (8,9,10).

O conjunto de dados obtidos a partir da GPA estão demonstrados na figura 4.3, na qual os pontos azuis são as posições das médias dos pontos marcados, nas coordenadas (x, y e z) e os pretos são os marcos individuais da amostra e em vermelho estão os números dos pontos atribuídos às variáveis (figura 4.2 e tabela 4.2).

Figura 4.3 - Gráficos dos conjuntos de dados após o ajuste de Procrustes relacionando as coordenadas x e y (A), x e z (B) e y e z (C)



Fonte: A Autora.

Após o ajuste de Procrustes realizados, foi aplicada a PCA. Sendo uma análise multivariada que, por meio de combinações do tipo lineares entre as variáveis referência, se propõe a encontrar uma relação de características inseridas nos dados, com propósito de diminuir e eliminar quaisquer sobreposições que possam interferir na análise, resultando na escolha por morfologias mais relevantes, resultando nas melhores aplicações para os primeiros componentes principais (PCs) apresentados (11).

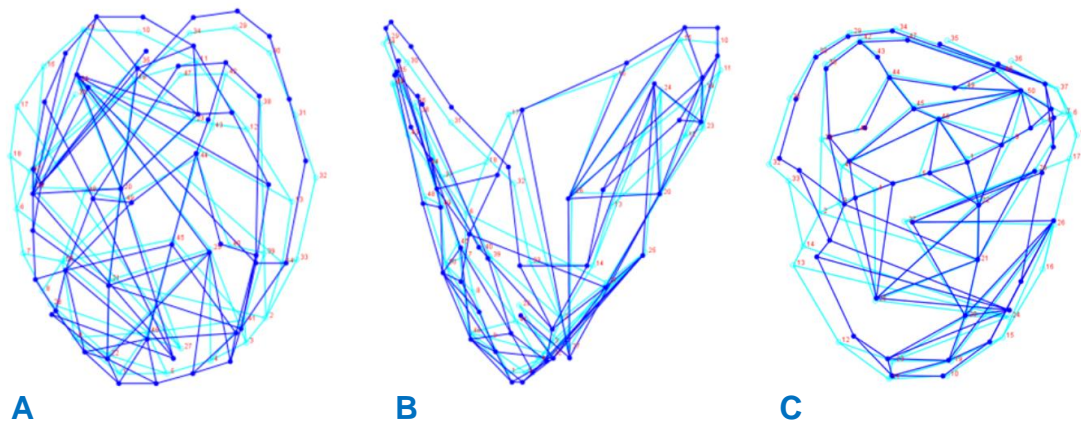
Dessa forma, essa análise foi utilizada como uma forma de descrever e reduzir os dados. O primeiro componente principal explica a maior quantidade existente de variação na amostra (12), seguindo subsequentemente ao longo dos demais PCs para tentar explicar uma certa quantidade de variação, até explicar 100% da variação da amostra. O PC1 explicou 14,8% da variância na amostra, não exibindo tanta concentração de acúmulo de variância nos primeiros PCs (tabela 4.3, figura 4.4).

Tabela 4.3 - Análise de componentes principais para o sexo (PCA)

PC	Autovalores	Variância (%)	Acumulada (%)
PC1	0,00571493	14,858	14,858
PC2	0,00448354	11,657	26,515
PC3	0,00328752	8,547	35,063
PC4	0,00245488	6,383	41,445
PC5	0,00192370	5,001	46,447
PC6	0,00163938	4,262	50,709
PC7	0,00137611	3,578	54,287
PC8	0,00131143	3,410	57,696
PC9	0,00120177	3,125	60,821
PC10	0,00109153	2,838	63,659
⋮	⋮	⋮	⋮
PC126	0,00000016	0,000	100,000
Variância total			0,03846258

Fonte: A Autora.

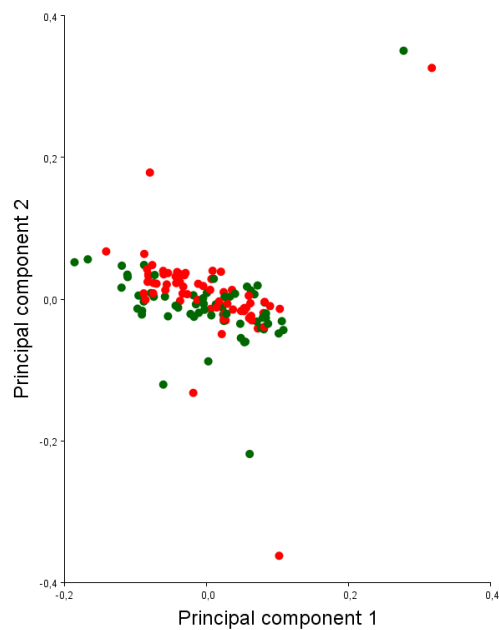
Figura 4.4 - Análise de Componentes Principais (PCA) entre os sexos guiados pelo *wireframe* dos 50 pontos em diferentes cortes axiais



Fonte: A Autora.

O gráfico exibido pela PCA (figura 4.5), exibe os dois eixos principais em PC1 e PC2 para discriminação do sexo, indicando os pontos em vermelho para o sexo feminino e em verde para o masculino. Assim, exibe-se uma maior concentração dos pontos em uma localização muito próxima, demonstrando uma sobreposição nos pontos da PC.

Figura 4.5 - Gráfico da Análise de Componentes Principais (PCA) tomando com referências o PC1 e PC2



Fonte: A Autora.

A análise discriminante (DFA) foi utilizada para classificar corretamente, de acordo com o sexo, a variação da forma dos caninos analisados. O *MorphoJ* apenas executa a DFA em pares, por mais que se atribua todos os comandos para todas as variáveis de uma só vez, o que resultou em análises pareadas para o sexo entre os dentes. Não foram encontradas boa classificabilidade pela DFA, exibindo p-valor superior a 0,05 em todas as análises (Tabela 4.4).

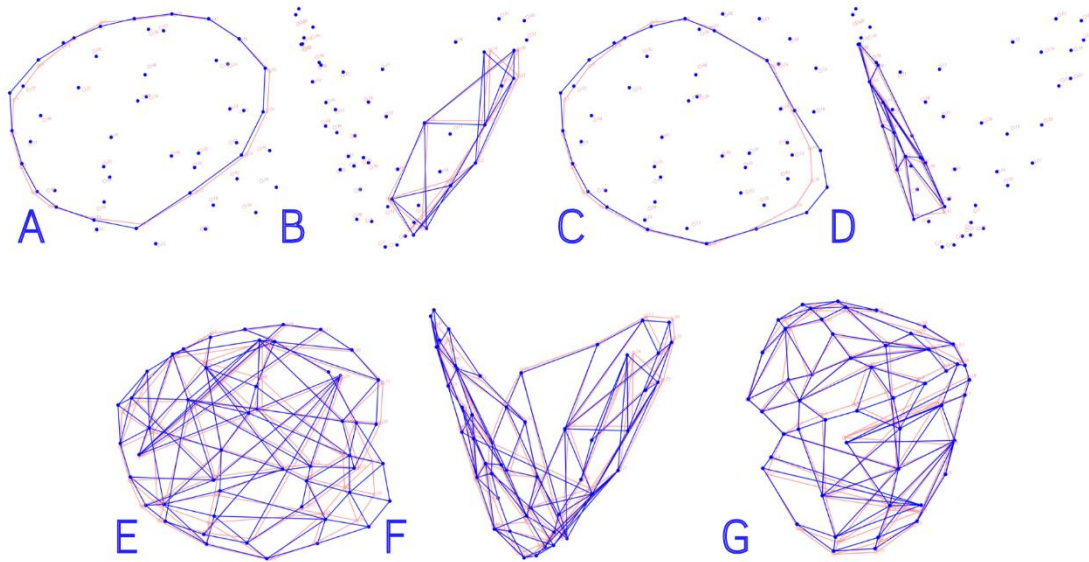
Tabela 4.4 - Análise discriminante combinada em pares de dentes caninos para o sexo

Análise Discriminante	Distância de Procrustes	Distância de Mahalanobis	T-square	P-valor (paramétrico)
SEXO	0,05322596	10,4518	3494,8044	0,9650
13 (F) - 13 (M)	0,06276093	2,1913	41,9818	1,0000
13 (F) - 23 (M)	0,08765129	2,3973	50,2455	0,9999
13 (F) - 33 (M)	0,11273235	3,4925	99,7995	0,9959
13 (F) - 43 (M)	0,14705507	5,4168	231,0682	0,9423
23 (F) - 13 (M)	0,06586990	1,6615	24,1367	1,0000
23 (F) - 23 (M)	0,07633182	1,7863	27,8989	1,0000
23 (F) - 33 (M)	0,11943737	4,1085	138,1102	0,9871
23 (F) - 43 (M)	0,15023850	5,5137	239,4041	0,9380
33 (F) - 13 (M)	0,11401120	2,8518	64,8084	0,9992
33 (F) - 23 (M)	0,12613359	3,9273	122,9078	0,9889
33 (F) - 33 (M)	0,06109170	2,2009	36,3305	0,9999
33 (F) - 43 (M)	0,09562416	3,1604	72,3256	0,9963
43 (F) - 13 (M)	0,11590516	3,9181	117,8587	0,9877
43 (F) - 23 (M)	0,12734615	3,4217	89,8876	0,9953
43 (F) - 33 (M)	0,06069765	1,9916	28,7229	1,0000
43 (F) - 43 (M)	0,08052298	2,3492	38,6297	0,9997

Fonte: A autora.

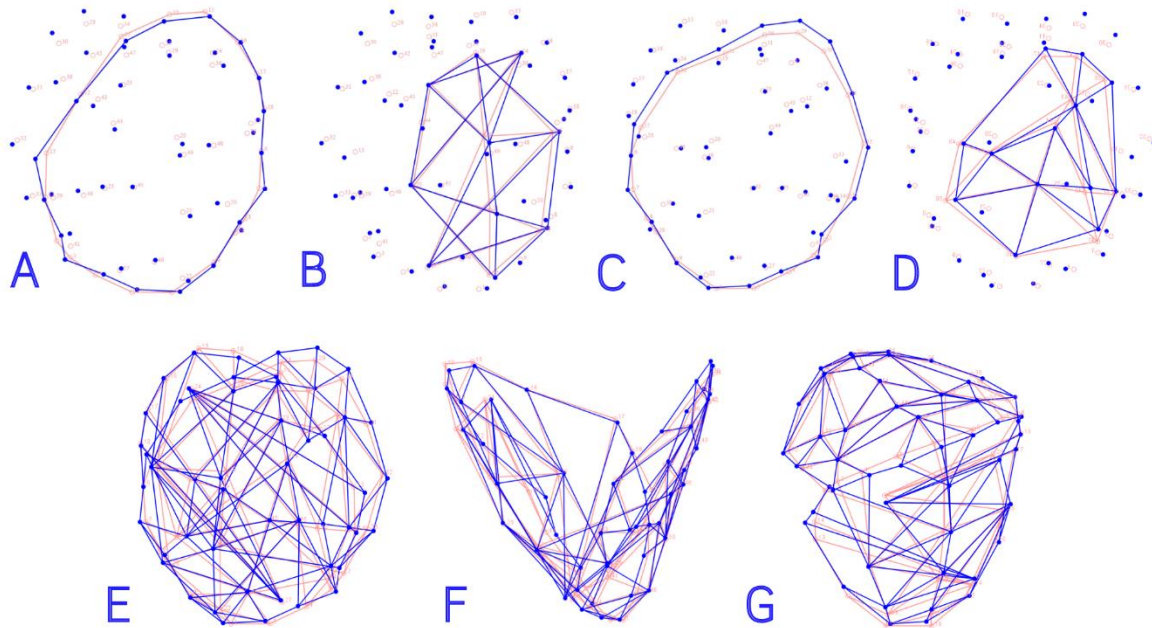
Ainda, por meio da função disponível no *MorphoJ*, a *wireframe*, estabeleceu-se uma ligação entre os pontos de referência marcados nos caninos, formando verdadeiros gráficos de forma que facilitam a visualização das diferenças. Assim, foi possível sobrepor esse mapeamento de ligação dos pontos para cada gráfico gerado na função discriminante, para que conseguisse exibir a diferença entre os sexos (figuras 4.6 a 4.10).

Figura 4.6 - Wireframes da DFA para classificação dos sexos, entre todos os dentes, guiados pelo link dos pontos (em azul, masculino; em rosa, feminino) para em contorno vestibular (A), superfície vestibular (B), contorno lingual (C), superfície lingual (D); e junção de todos os pontos nas coordenadas x e y (E), nas coordenadas x e z (F) e nas coordenadas y e Z (G)



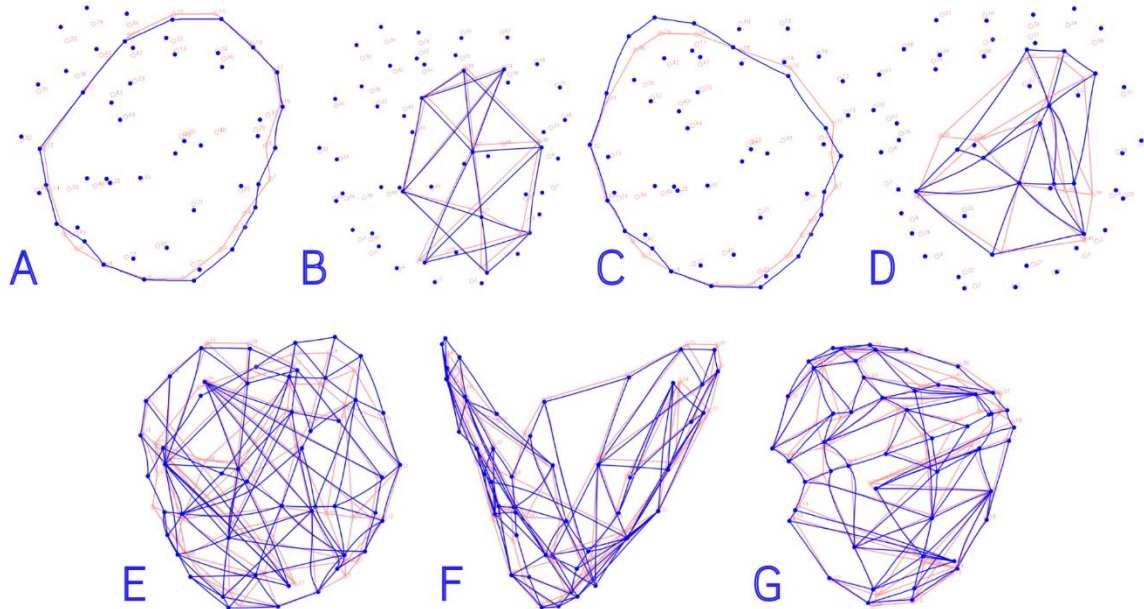
Fonte: A Autora.

Figura 4.7 - Wireframes da DFA para classificação dos sexos, do elemento 13, guiados pelo link dos pontos (em azul, masculino; em rosa, feminino) para em contorno vestibular (A), superfície vestibular (B), contorno lingual (C), superfície lingual (D); e junção de todos os pontos nas coordenadas x e y (E), nas coordenadas x e z (F) e nas coordenadas y e Z (G)



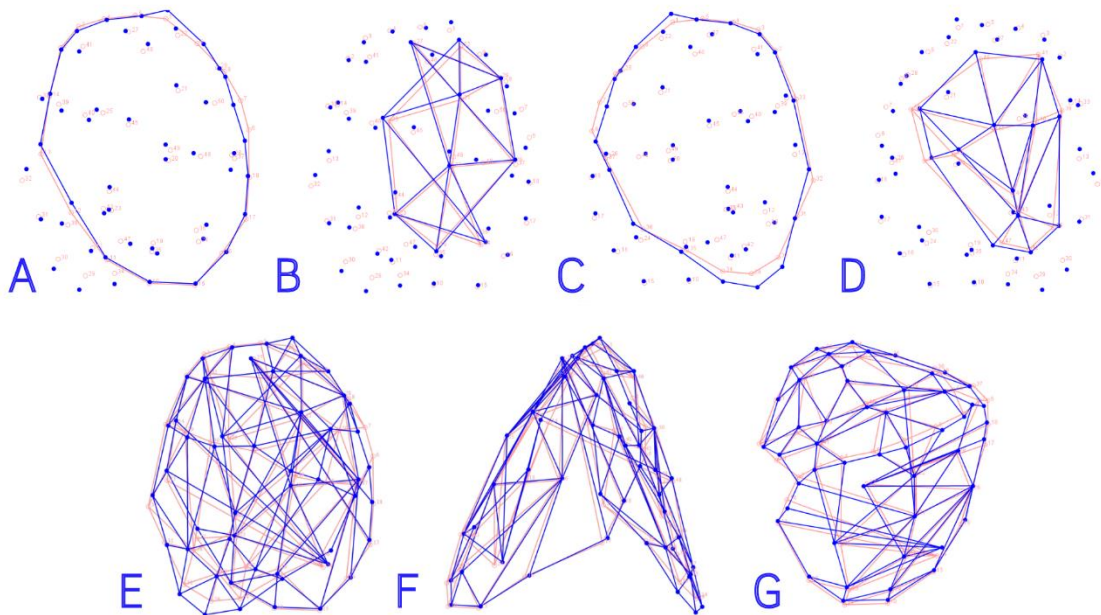
Fonte: A Autora.

Figura 4.8 - Wireframes da DFA para classificação dos sexos, do elemento 23, guiados pelo link dos pontos (em azul, masculino; em rosa, feminino) para em contorno vestibular (A), superfície vestibular (B), contorno lingual (C), superfície lingual (D); e junção de todos os pontos nas coordenadas x e y (E), nas coordenadas x e z (F) e nas coordenadas y e Z (G)



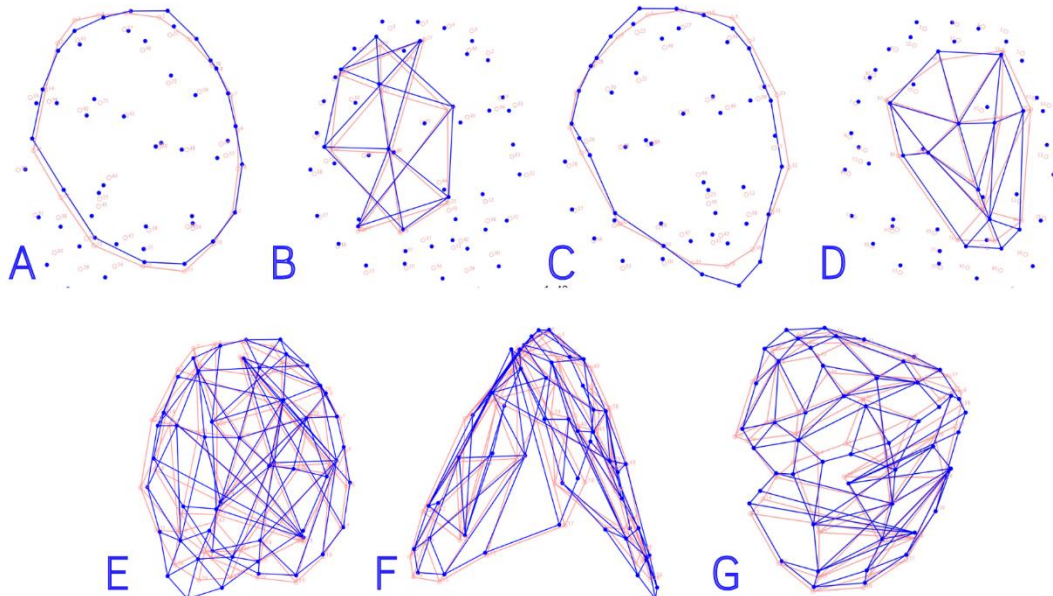
Fonte: A Autora.

Figura 4.9 - Wireframes da DFA para classificação dos sexos, do elemento 33, guiados pelo link dos pontos (em azul, masculino; em rosa, feminino) para em contorno vestibular (A), superfície vestibular (B), contorno lingual (C), superfície lingual (D); e junção de todos os pontos nas coordenadas x e y (E), nas coordenadas x e z (F) e nas coordenadas y e Z (G)



Fonte: A Autora.

Figura 4.10 - Wireframes da DFA para classificação dos sexos, do elemento 43, guiados pelo link dos pontos (em azul, masculino; em rosa, feminino) para em contorno vestibular (A), superfície vestibular (B), contorno lingual (C), superfície lingual (D); e junção de todos os pontos nas coordenadas x e y (E), nas coordenadas x e z (F) e nas coordenadas y e Z (G)



Fonte: A Autora.

Os dados foram submetidos a análise de variação canônica (CAV) para tentar encontrar algumas características que possam diferenciar e simplificar as variações nos os grupos analisados (9), no caso, para o sexo. Quanto maior a distância de Mahalanobis, maior a diferença existente entre os grupos, demonstrando, a partir do seu valor (aproximadamente 10,45) uma certa, uma certa aproximação entre o sexo feminino e masculino.

Tabela 4.5 - Análise de variação canônica (CAV) para o sexo, com variância acumulada em 100%

CAV	FEMININO (65)	MASCULINO (63)
Distância de Mahalanobis entre os grupos		10,4518
Distância de Procrustes entre os grupos		3494,8044
Autovalores		27,73654252

Fonte: A Autora.

Além disso, por meio da exportação de dados dos tamanhos dos centroides e o *log* dos centroides do *MorphoJ* para o SPSS, foi possível aplicar um teste *t-student* de amostras independentes para essas variáveis, apresentando diferença estatística para os sexos, e exibindo médias maiores para o sexo masculino (Tabela 4.6).

Tabela 4.6 - Análise do tamanho dos centroides em relação ao sexo

	Sexo	N	Média	Desvio Padrão	p-valor
Tamanho do Centroide	FEMININO	65	28,5668	1,71094	0,000
	MASCULINO	63	30,5597	3,37802	
Tamanho do log dos centroide	FEMININO	65	3,3505	0,05978	0,000
	MASCULINO	63	3,4131	0,11868	

Fonte: A Autora.

4.4 DISCUSSÃO

O aprimoramento de técnicas que permitem realizar análises nos elementos dentais para a identificação humana torna-se um passo fundamental para simplificar e dar celeridade a esses processos.

Para tanto, a morfometria geométrica, a qual analisa a forma e o tamanho dos objetos, vem ganhando espaço e importância na Antropologia Forense para analisar dados biológicos (13) de que possam separar determinados grupos. É considerada uma técnica eficiente e válida para observação dos pontos de referências criados por meio das coordenadas, resultando em diagramas que permitem a visualização da variação das formas (14).

Somados a isso, o grande avanço e a implementação de novas tecnologias que facilitam a atuação profissional em diversos âmbitos, a modernidade acerca da aquisição de imagens e sua posterior análise, vem sendo cada vez mais empregada (15). Dessa forma, as reconstruções por meio de imagens tridimensionais podem oferecer maiores orientações para solucionar situações nas áreas forenses e médico-legais, como, por exemplo, em casos de desastre em massa (16).

Após o tratamento dos dados, foi realizada a PCA, de modo que foram exibidos os tamanhos dos centroides e os escores das coordenadas de Procrustes. O tamanho dos centroides é uma forma de representar o valor médio das coordenadas (x, y e z) (14), sendo obtido por meio da raiz quadrada da soma das distâncias quadradas de cada marco de referência adotado no estudo (7).

Assim, foram aplicados testes estatísticos para os valores dos centroides, os quais apresentaram diferenças significativas para os sexos, exibindo uma média maior para os indivíduos do sexo masculino. Tal informação inclina-se a possibilidade de que os indivíduos do sexo masculino realmente podem possuir dentes caninos

maiores do que o sexo feminino na amostra estudada. Isso vai de encontro ao exibido por Yong et al. (17), que não encontrou diferenças significativas para o tamanho do centroide em relação ao sexo, porém a amostra utilizada foram dentes pré-molares, o que poderia explicar essa diferença.

Porém, de acordo com Webster e Sheets (14), deve existir cautela ao utilizar essas informações obtidas dos valores dos centroides, pois esses podem mudar de acordo com alterações dos pontos de referência no objeto estudado.

Quanto à análise dos componentes principais, o primeiro explicou cerca de 14,9% das variações nas formas, seguindo para 11,7%, 8,7% e 6,4% nos PC2, PC3 e PC4, respectivamente. As pontuações de variâncias próximas a zero explicam que a variação na variável preditora não tem diferenças suficiente para que possa distinguir os grupos.

A análise discriminante nessa amostra estudada não exibiu diferenças significativas. Porém, é possível observar, nas tabelas geradas na interface de saída do software, que a classificação na amostra original rendeu um acerto em torno de 90% para o sexo. Porém, ao realizar a reamostragem por meio da validação cruzada, esse percentual de acerto decaiu para cerca de 50%, o que explicaria os resultados não significantes.

Ainda, os dados obtidos dentro da morfometria geométrica são resultados de uma análise fatorial do objeto estudado, produzindo vetores que não são facilmente interpretados quando comparados a medidas lineares. As representações gráficas exibidas nos resultados do presente estudo são visualmente úteis, porém não proporcionam dados quantitativos para que sejam utilizados na classificação dos indivíduos e, uma maneira de ultrapassar essas limitações, é a utilização de redes neurais artificiais (RNAs) que proporcionam algoritmos de aprendizagem supervisionada (18).

As RNAs interpretam variáveis de alta complexidade advindas da MG e desenvolvem um algoritmo para classificar os indivíduos de determinado grupo de forma mais eficaz, sendo um ótimo método para determinação do sexo a partir desses dados (19).

Um estudo (18) que analisou a morfometria geométrica em pré-molares e utilizou a RNAs, exibiram melhores resultados das funções discriminantes para a classificação dos grupos de acordo com o sexo. Por conseguinte, uma outra forma de

aprimoramento dos dados obtidos no presente estudo é a aplicação posterior das RNAs.

Somado a isso, o resultado da função discriminante realizado por Yong et al.(17), quando aplicadas aos pré-molares superiores, foram melhores classificados para indivíduos indígenas (73,4 a 80%) do que para os europeus (57,1% a 68,5%). Assim, há de se considerar que a classificação do sexo também pode estar diretamente ligada a grupos populacionais específicos, o que leva a reflexão dentro da grande miscigenação ancestral dentro da população brasileira.

Além disso, estudos demonstram maiores desgastes para dentes caninos e para indivíduos do sexo masculino (19), o que pode ter sido outro fator de influência nos resultados do presente estudo, visto que tais circunstâncias influenciam diretamente na forma dos elementos dentais.

Uma outra limitação dentro da abordagem de imagens tridimensionais é a disponibilidade do escâner dentro da atividade pericial (18). No entanto, como uma forma de pormenorizar tal circunstância e conseguir, por exemplo, aplicar as pontuações das coordenadas de forma digital, o profissional pode-se valer da técnica da fotogrametria, a qual, por meio da combinação de fotografias bidimensionais, pode criar modelos tridimensionais dessas imagens com baixos custos (20), sem a necessidade comprar um escâner para adquirir esses modelos.

No presente estudo, foram realizadas marcações de pontos que buscassem individualizar a forma dos dentes caninos em homens e mulheres. Nesta técnica, foram empregados mais pontos do tipo II (47), pois os pontos do tipo I não possuem tanta liberdade para sua marcação (21). Assim, a busca pela variação da forma desses elementos dentais estão mais empregadas em seus contornos ou superfícies. Porém, para diminuir qualquer aleatoriedade nesses marcos, o examinador tomou como referências regiões que exibissem tais variações de forma, padronizando a quantidade de pontos para cada localidade de escolha.

Um outro parâmetro de influência para resultados de variações de forma, pode ser a quantidade de pontos utilizadas dentro de uma análise. Em um estudo que exibiu diferenças estatísticas e boa classificação para o sexo de primeiros molares decíduos superiores, os autores utilizaram-se da marcação de 35 pontos apenas para contorno da superfície oclusal, o que contrasta do presente estudo, no qual utilizou apenas 18 pontos para contorno vestibular e 18 pontos para contorno lingual (com 9 pontos em comum para a região incisal).

Tal fato pode indicar que uma maior quantidade de pontos de referência expressa melhor a forma do elemento dental analisado, ou seja, tem uma relação direta com os resultados de variação encontrados, guiando que estudos futuros levem em consideração uma maior quantidade de pontos para executar análises de morfometria.

Ademais, a manipulação dessas imagens e a marcação de pontos exibiu uma boa reprodutibilidade para o examinador desse estudo, sendo uma técnica que simplifica e torna eficiente as análises. No entanto, indica-se que os futuros examinadores estejam calibrados para este exame e tenham um bom conhecimento a respeito de anatomia dental para identificar as regiões mais propícias às variações morfológicas na marcação de pontos, bem como eles também devem deter uma certa afinidade com essas ferramentas digitais.

4.5 CONCLUSÃO

Apesar dos dentes caninos serem elementos altamente dimórficos para determinação do sexo em grupos populacionais, a análise da morfometria geométrica para a amostra estudada não demonstrou diferenças estatísticas significantes na análise discriminante, apesar do tamanho dos centroides obtidos na análise de componentes principais terem apresentado diferenças para o sexo e com médias maiores para o sexo masculino.

4.6 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

REFERÊNCIAS¹

1. Xavier TA, Terada ASSD, Silva RHA. Forensic application of the frontal and maxillary sinuses: A literature review. *J Forensic Radiol Imaging*. 2015; 3(2): 105-10. doi: 10.1016/j.jofri.2015.05.001.
2. Yazdanian M, Karami S, Tahmasebi E, Alam M, Abbasi K, Rahbar M, Tebyaniyan H, Ranjbar R, Seifalian A, Yazdanian A. Dental Radiographic/Digital Radiography Technology along with Biological Agents in Human Identification. *Scanning*. 2022 Jan 18;2022:5265912. doi: 10.1155/2022/5265912.
3. Tomita Y, Uechi J, Konno M, Sasamoto S, Iijima M, Mizoguchi I. Accuracy of digital models generated by conventional impression/plaster-model methods and intraoral scanning. *Dent Mater J*. 2018 Jul;29;37(4):628-33. doi: 10.4012/dmj.2017-208.
4. Bae EJ, Woo EJ. Quantitative and qualitative evaluation on the accuracy of three intraoral scanners for human identification in forensic odontology. *Anat Cell Biol*. 2022 Mar 31;55(1):72-8. doi: 10.5115/acb.21.136.
5. Sazgar T, Al-Jaf NM, Norman NH, Alias A. A geometric morphometric evaluation of facial hard tissue patterns. *J Orthod Sci*. 2022 May 4;11:24. doi: 10.4103/jos.jos_199_21.
6. Kimmerle EH, Ross A, Slice D. Sexual dimorphism in America: geometric morphometric analysis of the craniofacial region. *J Forensic Sci*. 2008 Jan;53(1):54-7. doi: 10.1111/j.1556-4029.2007.
7. Bookstein FL. *Morphometric tools for landmarks data: geometry and biology*. Cambridge: Cambridge University Press; 1991. 456 p.
8. Garcovich D, Albert Gasco L, Alvarado Lorenzo A, Aiuto R, Adobes Martin M. Sex estimation through geometric morphometric analysis of the frontal bone: an assessment in pre-pubertal and post-pubertal modern Spanish population. *Int J Legal Med*. 2022 Jan;136(1):319-28. doi: 10.1007/s00414-021-02712-x.

¹ De acordo com o estilo Vancouver.

9. López-Lázaro S, Pérez-Fernández A, Alemán I, Viciano J. Sex estimation of the humerus: A geometric morphometric analysis in an adult sample. *Leg Med (Tokyo)*. 2020 Nov;47:101773. doi: 10.1016/j.legalmed.2020.101773.
10. Klingenberg CP. MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. *Mol Ecol Resour*. 2011 Mar;11(2):353-7. doi: 10.1111/j.1755-0998.2010.02924.x.
11. Silva TEV, Souza TIA, Barros Filho, FF, Santos FJ, Gomes PRB, Ribeiro G, Nunes AO, Vasconcelos FHL. Análise de componentes principais aplicada a avaliação discente: um estudo de caso em ambientes virtuais de aprendizagem. *Anais do Computer on the beach*. 2012;71-80.
12. Cangelosi R, Goriely A. Component retention in principal component analysis with application to cDNA microarray data. *Biol Direct*. 2007 Jan 17;2:2. doi: 10.1186/1745-6150-2-2.
13. Lynch JJ, Cross P, Heaton V. Sexual Dimorphism of the First Rib: A Comparative Approach Using Metric and Geometric Morphometric Analyses. *J Forensic Sci*. 2017 Sep;62(5):1251-8. doi: 10.1111/1556-4029.13421.
14. Webster M, Sheets HD. A practical introduction to landmark-based geometric morphometrics. In: J. A. and G. Hunt, *Quantitative methods in paleobiology. The paleontological society papers*. 2010;(16):163-88.
15. Lottering T, Hemingway J, Small C. An exploration of sacral morphology using geometric morphometrics and three-dimensionally derived interlandmark distances. *Int J Legal Med*. 2022 Jul;136(4):1051-65. doi: 10.1007/s00414-021-02724-7.
16. Kislov MA, Chauhan M, Krupin KN, Kildyushov EM, Zotkin DA. Forensic pathological characteristics of explosion trauma in confined space terrorist mass fatalities classified with a 3-dimensional model. *Leg Med (Tokyo)*. 2022 Sep;58:102090. doi: 10.1016/j.legalmed.2022.102090.
17. Yong R, Ranjitkar S, Lekkas D, Halazonetis D, Evans A, Brook A, Townsend G. Three-dimensional (3D) geometric morphometric analysis of human premolars to assess sexual dimorphism and biological ancestry in Australian populations. *Am J Phys Anthropol*. 2018 Jun;166(2):373-85. doi: 10.1002/ajpa.23438.

18. Oliva G, Pinchi V, Bianchi I, Focardi M, Paganelli C, Zotti R, Dalessandri D. Three-Dimensional Dental Analysis for Sex Estimation in the Italian Population: A Pilot Study Based on a Geometric Morphometric and Artificial Neural Network Approach. *Healthcare (Basel)*. 2021 Dec 22;10(1):9. doi: 10.3390/healthcare10010009.
19. Wetselaar P, Vermaire JH, Visscher CM, Lobbezoo F, Schuller AA. A prevalência do desgaste dentário na população adulta holandesa. *Cárie Res*. 2016;50(6):543-50. doi: 10.1159/000447020.
20. Sihvonen T, Reinikainen SP. Image based evaluation of textured 3DSEM models. *Ultramicroscopy*. 2022 Aug;238:113518. doi: 10.1016/j.ultramic.2022.113518.
21. López-Lázaro S, Alemán I, Viciano J, Irurita J, Botella MC. Sexual dimorphism of the first deciduous molar: A geometric morphometric approach. *Forensic Sci Int*. 2018 Sep;290:94-102. doi: 10.1016/j.forsciint.2018.06.036.

5 CAPÍTULO III: MENSURAÇÕES DIGITAIS EM IMAGENS 3-D DE DENTES CANINOS PARA DETERMINAÇÃO DO SEXO

5.1 INTRODUÇÃO

A Odontologia Legal é uma ciência que assume posição de destaque na determinação do sexo em indivíduos não reconhecidos e/ou desastres em massa, concedendo aos peritos um papel essencial e auxiliar para determinação do sexo utilizando os elementos dentais e crânio (1).

A aplicabilidade de técnicas odontométricas para identificação do sexo, como, por exemplo, medidas lineares em modelos dentais, apresentam uma boa confiabilidade dentro do contexto forense (2).

A literatura demonstra que as informações métricas advindas dos elementos dentais oferecem, tanto para mensurações mesiodistal ou vestibulolingual, informações importantes a respeito do sexo do indivíduo a qual pertence (1).

Uma meta-análise que objetivou analisar o grau de dimorfismo sexual para distâncias mesiodistais em elementos dentais de diversos grupos populacionais, identificou, principalmente, bons resultados para caninos inferiores e superiores, respectivamente (3).

Consonante a isso, a aquisição de imagens tridimensionais tem sido empregada de forma promissora nas áreas da criminologia e das ciências forenses. Esse tipo de abordagem permite a visualização, a interpretação, bem como a revisão de detalhes dentro de uma cena de investigação (4), proporcionando ao profissional uma maior disponibilidade temporal com os dados a serem analisados e, por conseguinte, aperfeiçoando a sua análise para fornecer respostas mais eficazes ao que se deseja.

Levando em consideração os altos índices de dimorfismo sexual apresentados pelos caninos (5) e na busca por aprimorar as técnicas odontométricas para mensurações digitais em modelos tridimensionais, esse estudo teve o objetivo de realizar mensurações lineares em dentes caninos utilizando o *software MeshMixer* se o resultado da aplicação dessa metodologia está em consonância com estudos que utilizaram técnicas manuais para identificação do sexo.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo cego e transversal, no qual a amostra foi composta por imagens tridimensionais de 345 caninos obtidos por meio de escaneamento intraoral. Tal exame foi realizado por uma mesma pessoa e com experiência, utilizando o scanner da marca *iTero* (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 - Discriminação da amostra utilizada no estudo

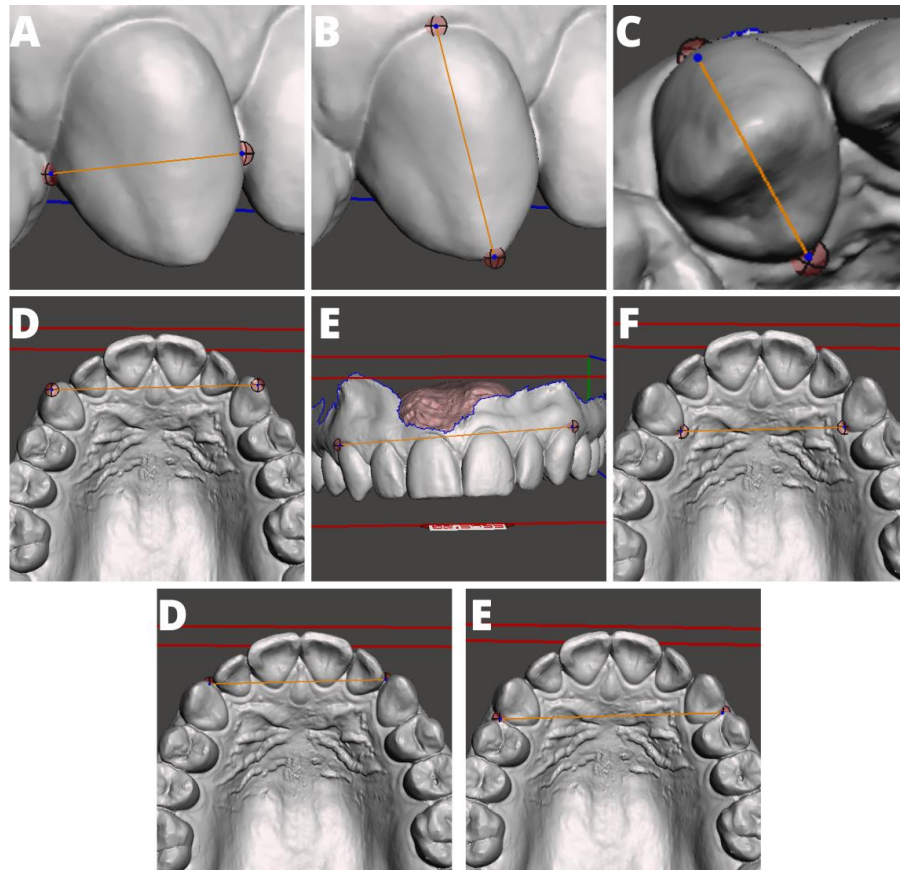
Dente	Feminino	Masculino	
13	48	38	86
23	47	38	85
33	48	39	87
43	48	39	87
	191	154	345

Fonte: A Autora.

Foram incluídos no estudo dentes caninos hígidos de indivíduos entre 15 a 65 anos que apresentassem o periodonto saudável. Sendo excluídos os caninos que possuíssem coroas com cáries extensas, restaurações nos pontos de medida, desgastes extensivos e/ou apresentassem distorção na malha tridimensional.

Dando prosseguimento, as imagens no formato .stl foram importadas para o software *MeshMixer*, o qual fornece ferramentas que propiciam a mensuração. As medidas lineares foram realizadas individualmente para cada dente canino quanto à distância mesiodistal, cervicoincisal e vestibulolingual (figura 5.1 e tabela 5.2).

Figura 5.1 - Descrição das medidas lineares para a (A) distância mesiodistal da coroa; (B) distância crvicoincisal da cora; (C) distância intercanina pela cúspide; (D) distância intercanina cervical por vestibular; (E) distância intercanina cervical por lingual; (F) distância intercanina pelo ponto máximo mesial; (G) distância intercanina pelo ponto máximo distal



Fonte: A Autora.

Tabela 5.2 - Descrição das medidas lineares e as respectivas referências abordadas no estudo

Medida	Descrição	Abreviação
Distância mesiodistal da coroa	Largura máxima da coroa canina	MD
Distância crvicoincisal	Distância máxima da linha cervical à cúspide	A
Distância vestibulolingual	Distância do ponto cervical vestibular ao ponto cervical lingual	VL
Distância intercanina pela cúspide	Distância entre os pontos de cúspide dos caninos	IC
Distância intercanina cervical vestibular	Distância entre os pontos cervical médio por face vestibular entre os caninos	CERV
Distância intercanina cervical lingual	Distância entre os pontos cervical médio por face lingual entre os caninos	CERL
Distância intercanina pelo ponto máximo mesial	Distância entre os pontos máximos na face mesial entre os caninos	PM
Distância intercanina pelo ponto máximo distal	Distância entre os pontos máximos na face distal entre os caninos	PD

Fonte: A Autora.

As mensurações foram realizadas por um único examinador, que selecionou 22 caninos para a etapa de calibração. O treinamento foi realizado por meio de dois exames, em um intervalo de 7 dias, na mesma amostra.

Para avaliação da concordância e confiabilidade as medidas realizadas, os dados foram submetidos ao teste de índice de correlação intraclassa (ICC), exibindo resultados acima de 0,95 para todas as variáveis, indicando que o examinador estava apto a prosseguir com a pesquisa. Os dados do segundo exame da amostra de calibração foram incluídos dentro da amostra principal.

Os dados das variáveis foram inseridos em uma planilha do *Microsoft Excel (Office 2021)* e posteriormente importados para o *IBM SPSS Statistics 22.0*. Para analisar a normalidade de distribuição dos dados, foi aplicado o teste de Kolmogorov-Smirnov, e os valores de p acima de $>0,05$ foram considerados com distribuição normal dos dados das variáveis.

Para testar a existência de diferenças nas medidas para distribuição dos grupos, foi aplicado o teste de médias de amostras independentes *t-student* para as variáveis que apresentaram normalidade e o de teste *Mann-Whitney* para as variáveis com distribuições não normais. Foi realizada uma análise discriminante para compreender a classificação das medidas realizadas para os grupos do sexo masculino e feminino, seguida pela elaboração de uma função discriminante baseado no coeficiente de Fisher.

Também foi utilizado o *MedCalc* para os testes de sensibilidade e especificidade dos dados, gerando os dados de curva ROC. Adotando um nível de significância de 5%.

5.3 RESULTADOS

Análises descritivas das amostras foram realizadas para cada dente em relação ao sexo. Diferenças significativas para o sexo foram consideradas por valores de $p < 0,05$, com 95% de confiança. Com exceção da altura do elemento 33, todas as outras mensurações demonstraram diferença para o sexo (tabela 5.3).

Tabela 5.3 - Análise descritiva e teste de média para amostras independentes dos dados para cada dente.

Dente	Distância	Sexo	N	Média	± DP	p-valor	
13	MD	Feminino	48	7,972	0,470	0,000*	
		Masculino	38	8,587	0,567		
	A	Feminino	48	9,396	0,828	0,038*	
		Masculino	38	9,925	1,474		
	VL	Feminino	48	8,582	0,473	0,000*	
		Masculino	37	9,111	0,549		
23	MD	Feminino	47	7,929	0,416	0,000*	
		Masculino	38	8,476	0,558		
	A	Feminino	47	9,467	0,887	0,021**	
		Masculino	38	10,129	1,282		
	VL	Feminino	47	8,477	0,509	0,000*	
		Masculino	37	9,141	0,584		
13 - 23	IC	Feminino	47	34,212	1,697	0,000*	
		Masculino	38	36,327	1,910		
	CERV	Feminino	47	36,491	1,974	0,000*	
		Masculino	38	38,658	1,828		
	CERL	Feminino	47	24,730	1,737	0,009*	
		Masculino	38	25,820	1,939		
	PM	Feminino	47	28,756	2,084	0,001**	
		Masculino	38	29,866	1,718		
	PD	Feminino	47	37,050	2,161	0,000*	
		Masculino	38	39,249	2,146		
	33	MD	Feminino	48	6,909	0,326	0,000*
			Masculino	39	7,433	0,499	
A		Feminino	48	9,381	0,942	0,069*	
		Masculino	39	9,866	1,497		
VL		Feminino	48	7,803	0,397	0,001*	
		Masculino	39	8,227	0,755		
43	MD	Feminino	48	7,005	0,539	0,00**	
		Masculino	39	7,381	0,518		
	A	Feminino	48	9,052	1,000	0,013*	
		Masculino	39	9,726	1,458		
	VL	Feminino	48	7,758	0,437	0,000*	
		Masculino	39	8,391	0,629		
33 - 43	IC	Feminino	48	26,309	1,717	0,003*	
		Masculino	39	27,853	2,710		
	CERV	Feminino	48	29,325	1,279	0,000*	
		Masculino	39	30,697	2,089		
	CERL	Feminino	48	19,443	1,516	0,006*	
		Masculino	38	20,560	2,135		
	PM	Feminino	48	21,554	1,238	0,018*	
		Masculino	39	22,430	1,960		
	PD	Feminino	48	29,960	1,869	0,000*	
		Masculino	39	31,875	2,672		





*Teste t-student

**Teste Mann-Whitney

Fonte: A Autora.

A análise discriminante foi aplicada a todas as variáveis estudadas, a qual classificou de corretamente entre 79,8% e 84,9% da amostra avaliada para o seu grupo correspondente, para caninos superiores e inferiores, respectivamente.

Tabela 5.4 - Análise discriminante para cada medida realizada no canino e função discriminante elaborada com todas as variáveis

	Medida	Coeficiente de Fisher		Wilks	Centroide		Classificação	
13	MD	-1,441	1,758	0,580	-0,745	0,947	85,1%	73%
	A	-2,703	-2,818					
	VL	18,045	17,227					
							79,8%	
23	MD	14,480	15,774	Ponto de Corte				
	VL	3,515	3,737	0,202				
	AL	1,188	2,894					
	IC	4,807	5,713					
13	CERV	1,810	2,105					
	CERL	3,773	3,831					
23	PM	-0,626	-1,209					
	PD	-0,498	-0,709					
	Constante	-282,282	-318,746					
	Função	E = - 282,282 + (MD_13*-1,441 + (AL_13*-2,703) + (VL_13*18,045) + (MD_23*14,480) + (AL_23*1,188) + (VL_23*3,515) + (IC_13_23*4,807) + (CERV_13_13*1,810) + (CERL_13_23*3,773) + (PM_13_23*-0,626) + (PD_13_23*-0,498)						
								
	Função	E = - 318,746 + (MD_13*1,758) + (AL_13*-2,818) + (VL_13*17,227) + (MD_23*15,774) + (VL_23*3,737) + (AL_23*2,894) + (IC_13_23*5,713) + (CERV_13_13*3,831) + (CERL_13_23*3,831) + (PM_13_23*-1,209) + (PD_13_23*-0,709)						
								
33	MD	23,545	27,150	0,538	-0,814	1,028	91,7%	76,3%
	AL	-5,474	-5,540					
	VL	5,647	3,919					
							84,9%	
43	MD	-1,631	-2,969	Ponto de corte				
	AL	1,595	1,397	0,214				
	VL	25,715	30,012					
33	IC	-8,393	-8,958					
	CERV	0,502	0,165					
43	CERL	7,127	7,628					
	PM	9,063	9,447					
	PD	1,618	1,936					
	Constante	-267,677	-305,383					
	Função	E = - 267,77 + (MD_33*-23,545) + (AL_33*-5,474) + (VL_33*5,647) + (MD_43*-1,631) + (AL_43*1,595) + (VL_43*25,715) + (IC_33_43*-8,393) + (CERV_33_43*0,502) + (CERL_33_43*7,127) + (PM_33_43*9,063) + (PD_33_43*1,618)						
								
	Função	E = - 305,383 + (MD_33*27,150) + (AL_33*-5,540) + (VL_33*3,919) + (MD_43*-2,969) + (AL_43*1,397) + (VL_43*30,012) + (IC_33_43*-8,958) + (CERV_33_43*0,165) + (CERL_33_43*7,628) + (PM_33_43*9,447) + (PD_33_43*1,936)						
								

Fonte: A Autora.

Buscando verificar a acurácia das mensurações para classificação do sexo, foi realizada uma análise da sensibilidade e especificidade por meio da curva ROC (gráficos no apêndice A – Material Suplementar), proporcionando pontos de corte que equilibravam scores de especificidade e sensibilidade. Em relação a área da curva, foram consideradas boas as classificações quando maiores que 0,7 (tabela 5.5).

Tabela 5.5. Análise da Curva ROC das mensurações analisadas para o sexo por ordem de melhor predição

Medida	AUC	Limite inferior	Limite superior		Ponto de corte		p-valor
33 - MD	0,846	0,74	0,952	♀<	7,228	>♂	<0,0001
23 - VL	0,814	0,714	0,89	♀<	8,742	>♂	<0,0001
13 - 23 - IC	0,814	0,714	0,89	♀<	35,878	>♂	<0,0001
43 - VL	0,81	0,711	0,886	♀<	7,883	>♂	<0,0001
13 - MD	0,802	0,703	0,88	♀<	8,076	>♂	<0,0001
23 - MD	0,792	0,69	0,872	♀<	8,095	>♂	<0,0001
13 - 23 - PD	0,789	0,683	0,867	♀<	38,845	>♂	<0,0001
13 - 23 CERV	0,787	0,684	0,868	♀<	37,802	>♂	<0,0001
13 - VL	0,78	0,677	0,863	♀<	8,79	>♂	<0,0001
43 - MD	0,768	0,665	0,851	♀<	7,148	>♂	<0,0001
33 - VL	0,762	0,63	0,894	♀<	8,02	>♂	0,001
33 - 43 - PD	0,753	0,649	0,839	♀<	31,153	>♂	<0,0001
33 - 43 - CERV	0,741	0,611	0,872	♀<	29,771	>♂	0,001
13 - 23 - PM	0,711	0,602	0,804	♀<	29,028	>♂	0,0002
33 - 43 - IC	0,708	0,601	0,8	♀<	27,41	>♂	0,0004
33 - 43 - CERL	0,68	0,57	0,776	♀<	21,091	>♂	0,003
23 - AL	0,646	0,535	0,747	♀<	10,78	>♂	0,0205
43 - AL	0,645	0,535	0,745	♀<	9,255	>♂	0,0208
33 - 43 - PM	0,642	0,532	0,742	♀<	22,094	>♂	0,0203
13 - 23 - CERL	0,637	0,525	0,738	♀<	27,359	>♂	0,0274
33 - AL	0,612	0,502	0,715	♀<	9,972	>♂	0,0844
13 - AL	0,596	0,485	0,701	♀<	10,463	>♂	0,1393

Fonte: A Autora.

5.4 DISCUSSÃO

A análise dos elementos dentais para determinação do sexo vem sendo amplamente estudada, valendo-se, para isso, das mais variadas medidas, as quais proporcionam a possibilidade para desenvolver equações, algoritmos ou técnicas que podem ser aplicadas para alcançar resultados diferenciais (6).

Em exames *post mortem*, a odontometria, quando realizada em modelos dentais ao invés de diretamente feitos no cadáver, demonstram uma clara eficiência (2), pois o manejo físico torna-se mais fácil e aplicável quando comparadas a sua aplicabilidade direta no elemento dental.

As técnicas de mensurações manuais, podem ser limitadas por alguns fatores que podem resultar em uma medida errônea ou, até mesmo, impossibilitada. Dentre esses inconvenientes, podem-se citar os apinhamentos dentais, desgastes, presença extensiva de cálculos ou abrasões (7).

Como forma de minimizar ou, até mesmo, eliminar essas limitações que dificultam a mensuração dos elementos dentais, a digitalização de modelos/dentes 3-D permite ao profissional forense projetá-las a fim de oferecer subsídios de informações bem mais precisos e coerentes. Visto isso, na realização do presente estudo, foi verificado que a escolha de softwares digitais, como o *MeshMixer*, para realizar tais medidas conseguiu eliminar as limitações anteriormente relatadas, visto que o examinador consegue manipular a imagem de forma a inserir as referências de medições nos pontos corretos.

A literatura relata uma certa confiabilidade das análises dos elementos dentais por meio da realização de medidas lineares e/ou angulares em modelos tridimensionais, produtos de um escaneamento intraoral. Porém, uma grande limitação para a aplicação e o uso desse tipo de abordagem é a indisponibilidade dos escâneres intraorais dentro da atividade forense (2).

Concordando com isso, o presente estudo apresentou, com exceção para altura da coroa do elemento 33, diferenças estatisticamente significantes para distinção sexual nas medidas lineares digitais nos dentes caninos, concordando com diversos estudos recentes que utilizaram o paquímetro para realizar as mensurações (8,9,10,11).

Utilizando-se de imagens tridimensionais de dentes caninos, Tardivo et al. demonstraram que o volume de dentes caninos também se apresentou significativo para o sexo, adicionado a boas predições de classificação de acordo com a área da curva ROC avaliada para cada variável. Este achado também sustenta, com mais robustez, a eficiência das técnicas digitais dentro do espectro do dimorfismo sexual (6).

A análise discriminante realizada apresentou bons índices de classificação para o sexo, cerca de 79,4% para caninos superiores e 84,9% para caninos inferiores. Tal achado concorda com diversos estudos que exibiram um grau mais elevado de dimorfismo sexual nesses elementos dentais em específico (6,11,12).

Melhores classificações foram observadas para o sexo feminino e, baseado no coeficiente de Fisher, foram elaboradas equações discriminantes e pontos de corte de acordo com o tamanho da função do centroide. Sugerindo que outros estudos sejam realizados para validar tal função de classificação do sexo.

Os modelos de predição sexual avaliados por meio da testagem de sensibilidade e especificidade da presente amostra, exibiram baixos índices na área

sobre a curva ROC para a altura da coroa dos dentes caninos e distâncias intercaninas pelo ponto cervical lingual, porém, para as variáveis restantes, o resultado foi satisfatório, demonstrando um bom desempenho e chamando a atenção para a distância mesiodistal do elemento 33, que obteve maior área sob a curva ROC (AUC=0,846). Os pontos de corte para o sexo foram estabelecidos diante dos valores para sensibilidade e especificidade de cada variável analisada.

5.5 CONCLUSÃO

No presente estudo, as medidas realizadas nos dentes caninos, apresentaram diferenças estatísticas para o sexo, exibindo boas classificações na análise discriminante e, com exceção das alturas caninas e distância intercanina por lingual, boas predições sexuais de acordo com os valores de especificidade e sensibilidade avaliados e demonstrados por meio da curva ROC.

Tais resultados sustentam que a aplicabilidade de técnicas digitais para realizar mensurações em modelos 3-D e demonstraram nos resultados com estudos que aplicaram métodos manuais, podendo oferecer segurança para que seu uso seja extensivo dentro da atividade pericial. É útil que haja uma prévia calibração do examinador para realização desse tipo de abordagem.

5.6 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

REFERÊNCIAS¹

1. Nagare SP, Chaudhari RS, Birangane RS, Parkarwar PC. Sex determination in forensic identification, a review. *J Forensic Dent Sci.* 2018 May-Aug;10(2):61-6. doi: 10.4103/jfo.jfds_55_17.

2. Oliva G, Pinchi V, Bianchi I, Focardi M, Paganelli C, Zotti R, Dalessandri D. Three-Dimensional Dental Analysis for Sex Estimation in the Italian Population: A Pilot Study Based on a Geometric Morphometric and Artificial Neural Network Approach. *Healthcare (Basel).* 2021 Dec 22;10(1):9. doi: 10.3390/healthcare10010009.

3. Silva PR, Lopes MC, Martins-Filho IE, Haye Biazevic MG, Michel-Crosato E. Tooth crown mesiodistal measurements for the determination of sexual dimorphism across a range of populations: A systematic review and meta-analysis. *J Forensic Odontostomatol.* 2019 May 1;37(1):2-19.

4. Kislov MA, Chauhan M, Zakharov SN, Leonov SV, Shakiryanova YP. Computer assisted three-dimensional reconstruction of scene in firearm homicide. *Med Leg J.* 2021 Sep;89(3):193-198. doi: 10.1177/00258172211018359.

5. Tardivo D, Sastre J, Catherine JH, Leonetti G, Adalian P, Foti B. Gender Determination of Adult Individuals by Three-Dimensional Modeling of Canines. *J Forensic Sci.* 2015 Sep;60(5):1341-5. doi: 10.1111/1556-4029.12821.

6. Liu J, Liu Y, Wang J, Ge S, Zhang Y, Wang X, Du L, He H. Permanent Maxillary Odontometrics for Sex Estimation Based on a 3-Dimensional Digital Method. *Med Sci Monit.* 2021 Dec 22;27:e933450. doi: 10.12659/MSM.933450.

7. Sathawane RS, Moon GV, Chandak RM, Lanjekar AB, Bansod RP, Sukhdeve VA. Gender determination using odontometric diagonal measurements of teeth: An analytical study. *Int J Forensic Odontol.* 2020 Jun; 5(1): 3-10.

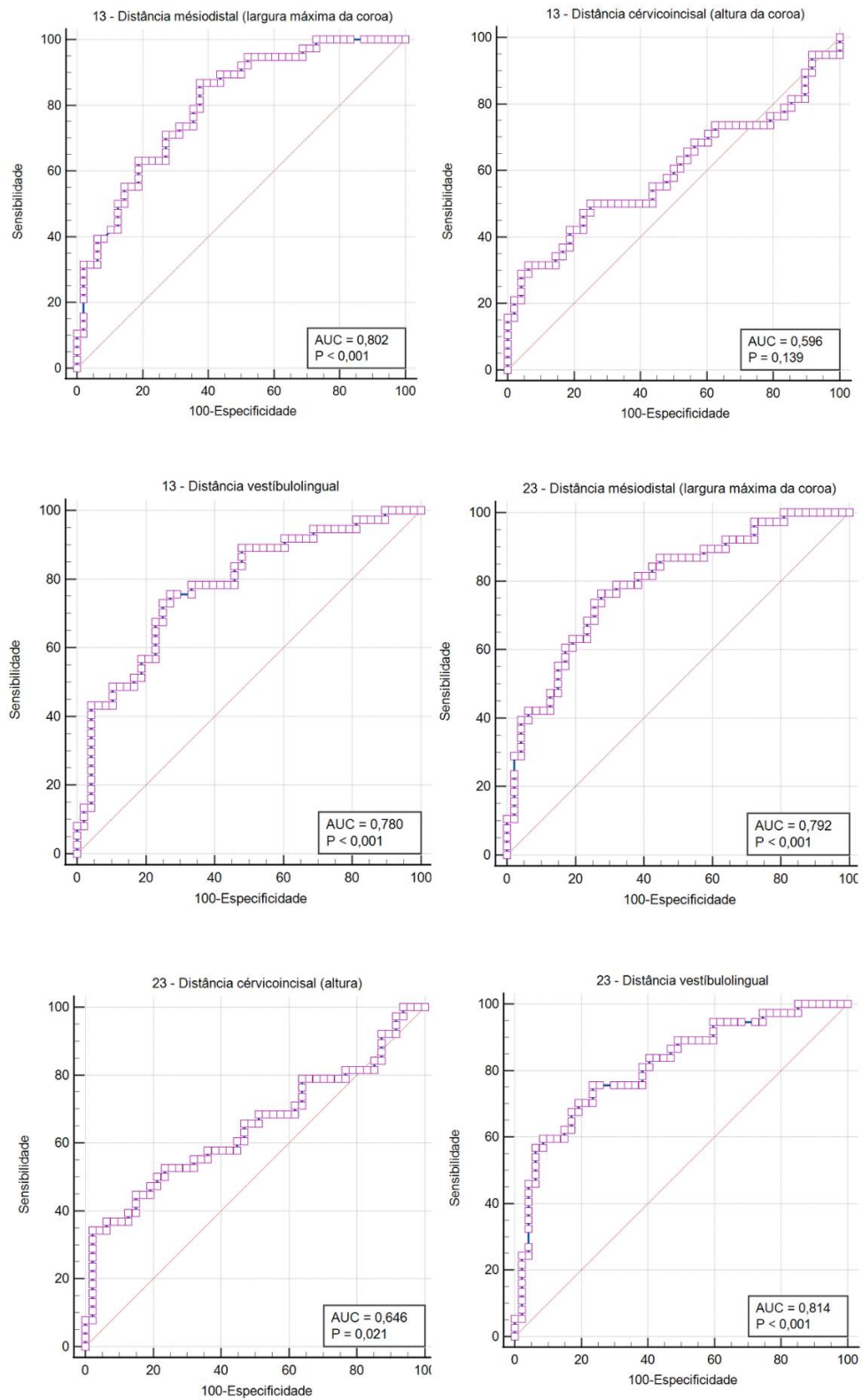
8. Alanazi AA, Almutair AM, Alhubayshi A, Almalki A, Naqvi ZA, Alassaf A, Almulhim B, Alghamdi SA, Mallineni SK. Morphometric Analysis of Permanent Canines: Preliminary Findings on Odontometric Sex Dimorphism. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Feb 13;19(4):2109. doi: 10.3390/ijerph19042109.

¹ De acordo com o Estilo Vancouver.

9. Shetty SJ, Ratnaparkhi I, Pereira T, Acharya S, Gotmare S, Kamath P. Odontometric analysis of canines to establish sexual dimorphism in an urban population. *Indian J Dent Res.* 2019 Nov-Dec;30(6):855-9. doi: 10.4103/ijdr.IJDR_75_18.
10. Pandey N, Ma MS. Evaluation of sexual dimorphism in maxillary and mandibular canine using mesiodistal, labiolingual dimensions, and crown height. *Indian J Dent Res.* 2016 Sep-Oct;27(5):473-6. doi: 10.4103/0970-9290.195616.
11. Iqbal R, Zhang S, Mi C. Reliability of mandibular canine and mandibular canine index in sex determination: A study using Uyghur population. *J Forensic Leg Med.* 2015; 33, 9-13. doi: 10.1016/j.jflm.2015.03.007.
12. Daniele G, Matilde SA, María M, Rafael RV, Milagros AM. Sex estimation by tooth dimension in a contemporary Spanish population. *Forensic Sci Int.* 2020 Dec;317:110549. doi: 10.1016/j.forsciint.2020.110549.

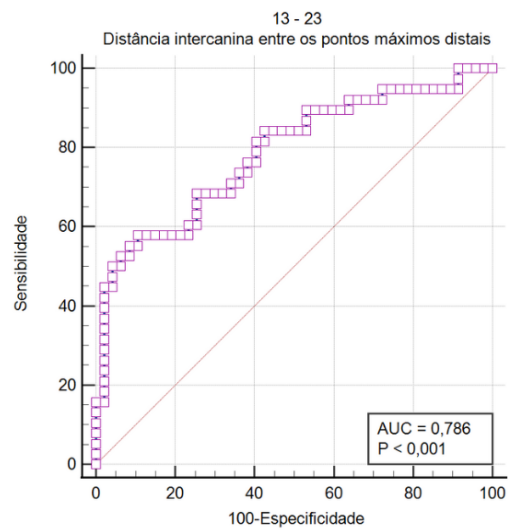
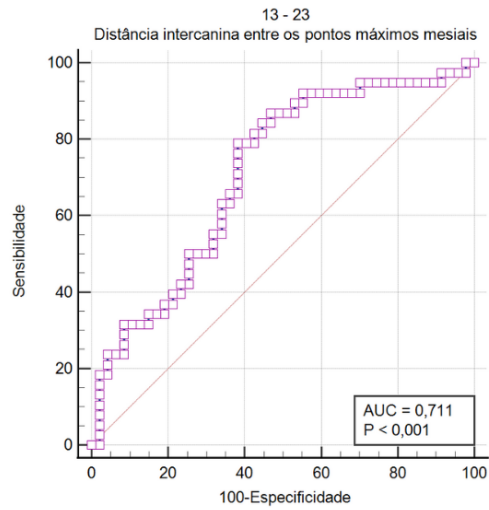
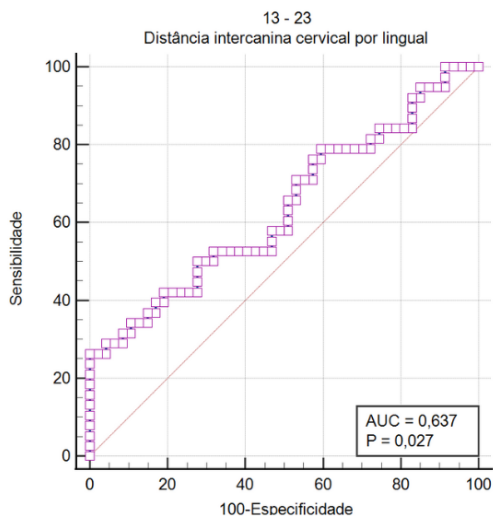
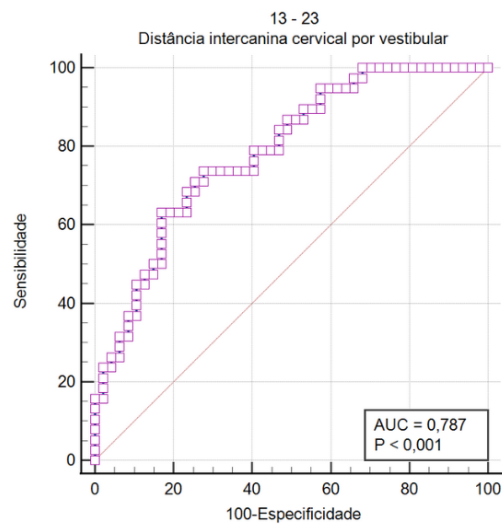
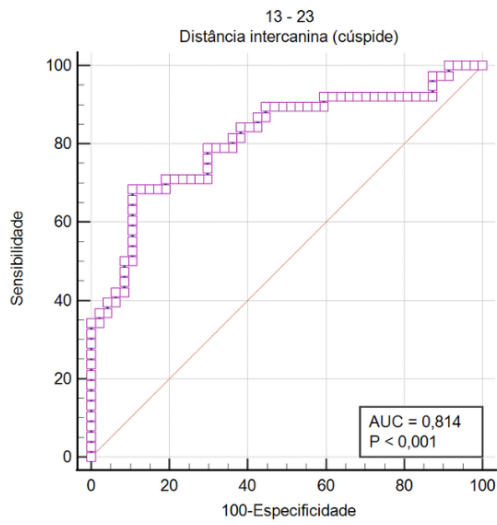
APÊNDICE A – Material Suplementar

Material Suplementar - Gráficos para a curva ROC para os dentes 13 e 23.

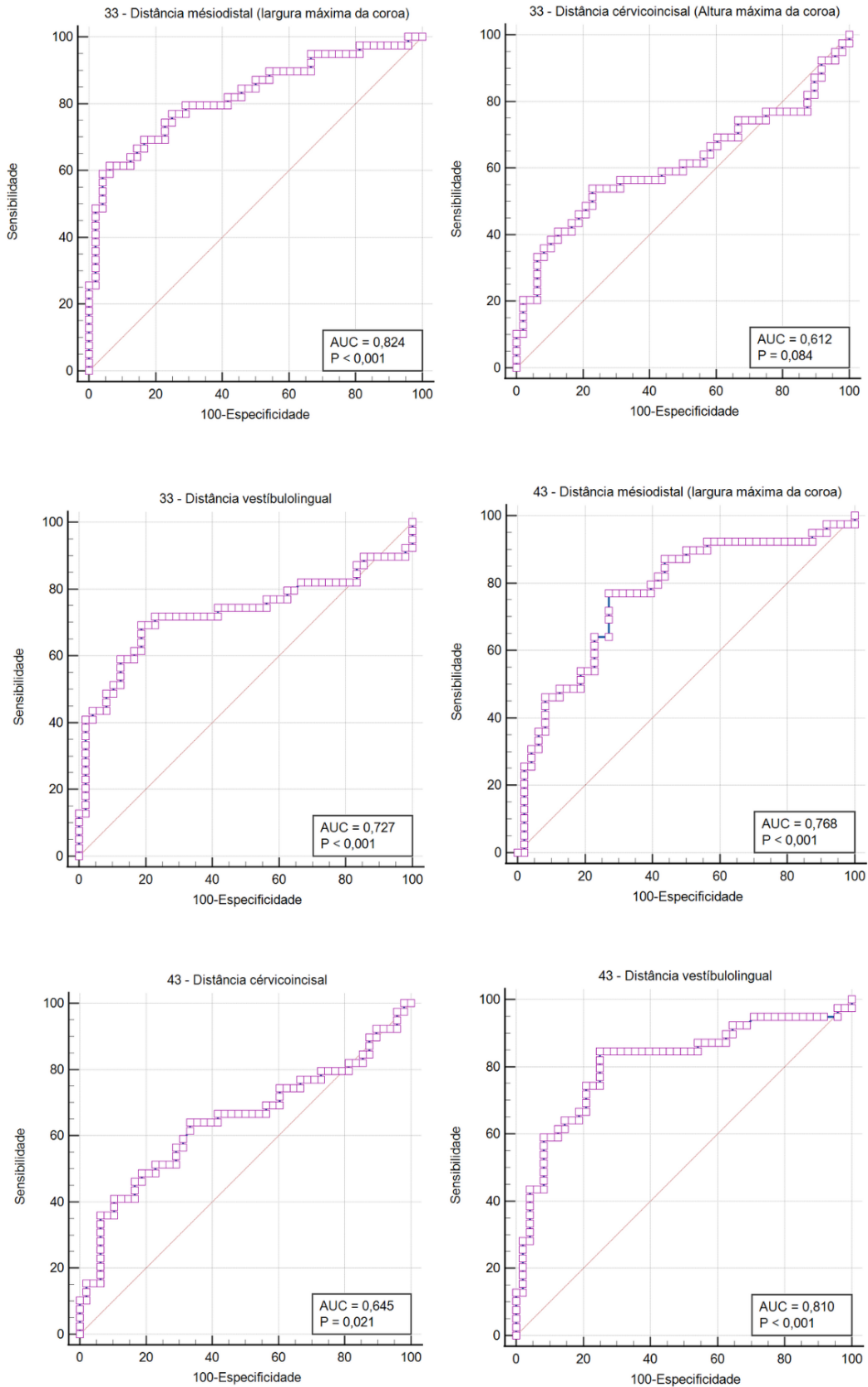


Fonte: A Autora.

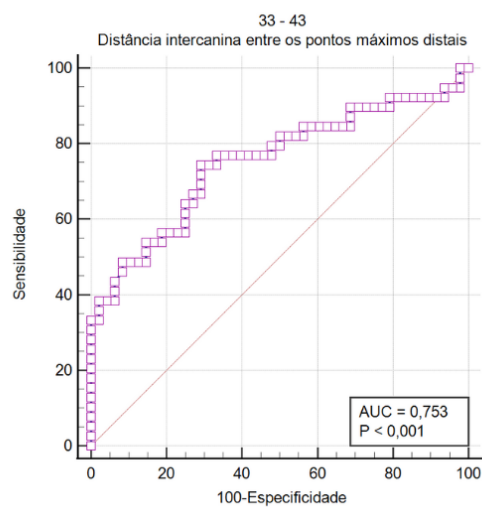
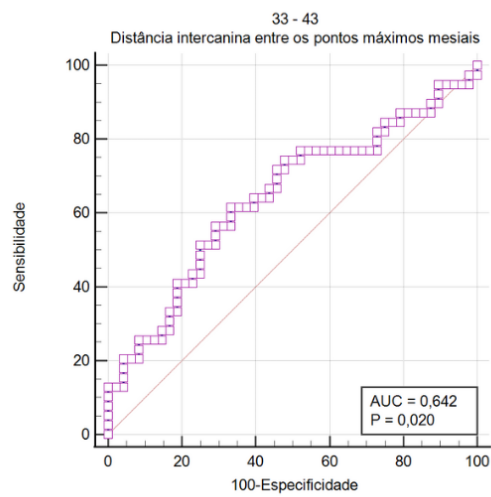
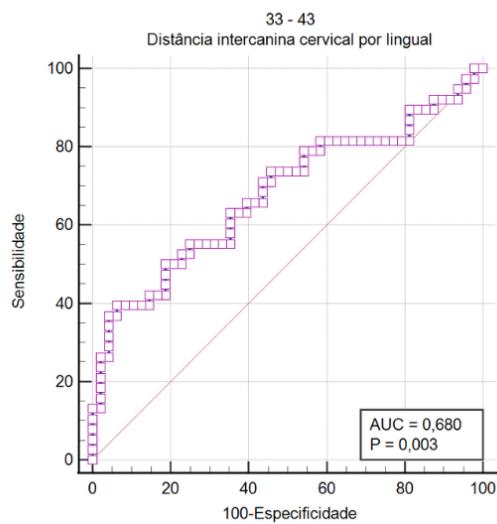
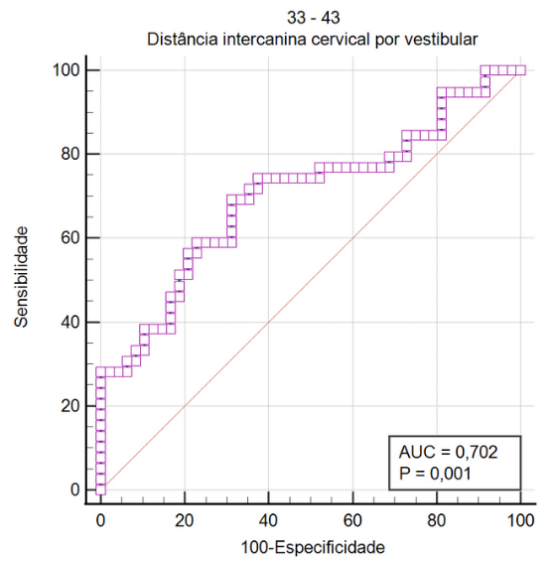
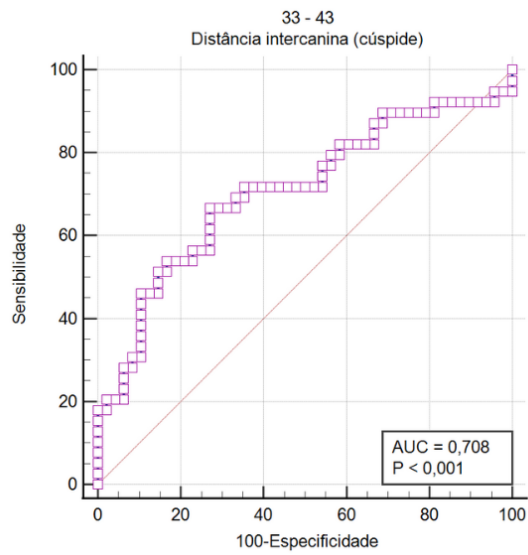
Material Suplementar - Gráficos para a curva ROC para os dentes 13 e 23.



Material Suplementar - Gráficos para a curva ROC para os dentes 33 e 43.



Fonte: A Autora.

Material Suplementar - Gráficos para a curva ROC para os dentes 33 e 43.

Fonte: A Autora.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O software de manipulação de malhas tridimensionais, *MeshMixer*, demonstrou-se de grande valia e contribuição para Antropologia Forense, facilitando diversas análises e incluindo confiabilidade e celeridade na aplicação de suas ferramentas.

A Morfometria geométrica para avaliação de dentes caninos não exibiu diferenças significativas para a classificação do sexo na presente amostra. Porém, o tamanho da amostra, a quantidade de pontos e desgastes dentais podem ter tido influência direta nesses resultados, sugerindo a realização de mais pesquisas que superem as limitações apresentadas nesse estudo.

A aplicabilidade de mensurações digitais em dentes caninos exibiu bons resultados neste estudo, demonstrando boa classificação e diferenças significativas para o sexo para as distâncias mesiodistais, vestibulolinguais e intercaninas, concordando com a literatura que apresentou resultados semelhantes em estudos que realizaram medidas por meio de paquímetro.

REFERÊNCIAS¹

1. Almeida CA, Silva RHA, Paranhos LR. A importância da Odontologia na identificação post-mortem. *Odontol e Soc.* 2010;12(20):7-13.
2. Daruge E, Daruge Júnior E, Francesquini Júnior L. *Tratado de Odontologia Legal e Deontologia.* São Paulo: Santos; 2017. 874 p.
3. FRANÇA, G. V. *Medicina Legal.* 11^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017. 694p.
4. Gharehdaghi J, Baazm M, Ghadipasha M, Solhi S, Toutouchian F. Anthropometric measurements in Iranian men. *J Forensic Leg Med.* 2018 Jan;53:31-4. doi: 10.1016/j.jflm.2017.10.013.
5. Lessa A. perícias forenses e justiça criminal sob a ótica da antropologia forense no brasil. *Segurança, Justiça e Cidadania.* 2010;44: 153-72.
6. Kumar MP, Lokanadham S. Sex determination & morphometric parameters of human mandible. *Int J Res Med Sci.* 2013 Jan;1(2): 93-96. doi: 10.5455/2320-6012.ijrms20130511.
7. López-Lázaro S, Alemán I, Viciano J, Irurita J, Botella MC. Sexual Dimorphism of the First Deciduous Molar: A Geometric Morphometric Approach. *Forensic Sci. Int.* 2018;290:94-102. doi: 10.1016/j.forsciint.2018.06.036
8. Alanazi AA, Almutair AM, Alhubayshi A, Almalki A, Naqvi ZA, Alassaf A, Almulhim B, Alghamdi SA, Mallineni SK. Morphometric Analysis of Permanent Canines: Preliminary Findings on Odontometric Sex Dimorphism. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Feb 13;19(4):2109. doi: 10.3390/ijerph19042109.
9. Nagare SP, Chaudhari RS, Birangane RS, Parkarwar PC. Sex determination in forensic identification, a review. *J Forensic Dent Sci.* 2018 May-Aug;10(2):61-66. doi: 10.4103/jfo.jfds_55_17.
10. Alvesalo L. Human sex chromosomes in oral and craniofacial growth. *Arch Oral Biol.* 2009 Dec;54 Suppl 1:S18-24. doi: 10.1016/j.archoralbio.2008.06.004. Epub 2008 Jul 26.

¹ De acordo com o Estilo Vancouver.

11. Rocha Pereira S D, Abreu Costa LVD, Thomes CR, Alvarenga JMB, Ventorin MVP. Vantagens e limitações em uma identificação odontológica radiográfica–relato de caso pericial. *Rev Bras Odontol Leg.* 2021;8(3):95-102.
12. Wood RE. Forensic aspects of maxillofacial radiology. *Forensic Sci Int.* 2006 May 15;159 Suppl 1:S47-55. doi: 10.1016/j.forsciint.2006.02.015.
13. Forrest AS. Collection and recording of radiological information for forensic purposes. *Aust Dent J.* 2012 Mar;57 Suppl 1:24-32. doi: 10.1111/j.1834-7819.2011.01658.x.
14. Carew RM, Errickson D. An Overview of 3D Printing in Forensic Science: The Tangible Third-Dimension. *J Forensic Sci.* 2020 Sep;65(5):1752-1760. doi: 10.1111/1556-4029.14442.
15. Errickson D, Carew RM, Collings AJ, Biggs MJP, Haig P, O'Hora H, Marsh N, Roberts J. A survey of case studies on the use of forensic three-dimensional printing in England and Wales. *Int J Legal Med.* 2022 Aug 8. doi: 10.1007/s00414-022-02872-4.
16. Wang X, Shujaat S, Shaheen E, Jacobs R. Quality and haptic feedback of three-dimensionally printed models for simulating dental implant surgery. *J Prosthetic Dent.* 2022;1-8.
17. Carew RM, Morgan RM, Rando C. A Preliminary Investigation into the Accuracy of 3D Modeling and 3D Printing in Forensic Anthropology Evidence Reconstruction. *J Forensic Sci.* 2019 Mar;64(2):342-52. doi: 10.1111/1556-4029.13917.
18. Rajshekar M, Julian R, Williams AM, Tennant M, Forrest A, Walsh LJ, Wilson G, Blizzard L. The reliability and validity of measurements of human dental casts made by an intra-oral 3D scanner, with conventional hand-held digital callipers as the comparison measure. *Forensic Sci Int.* 2017 Sep;278:198-204. doi: 10.1016/j.forsciint.2017.07.009.
19. Soto-Álvarez C, Fonseca GM, Viciano J, Alemán I, Rojas-Torres J, Zúñiga MH, López-Lázaro S. Reliability, reproducibility and validity of the conventional buccolingual and mesiodistal measurements on 3D dental digital models obtained from intra-oral 3D scanner. *Arch Oral Biol.* 2020 Jan;109:104575. doi: 10.1016/j.archoralbio.2019.104575.

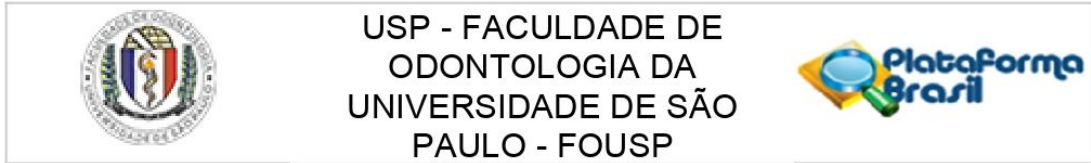
20. Suese K. Progress in digital dentistry: The practical use of intraoral scanners. *Dent Mater J.* 2020 Jan 31;39(1):52-6. doi: 10.4012/dmj.2019-224.
21. Renne W, Ludlow M, Fryml J, Schurch Z, Mennito A, Kessler R, Lauer A. Evaluation of the accuracy of 7 digital scanners: An in vitro analysis based on 3-dimensional comparisons. *J Prosthet Dent.* 2017 Jul;118(1):36-42. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.09.024.
22. Burzynski JA, Firestone AR, Beck FM, Fields HW Jr, Deguchi T. Comparison of digital intraoral scanners and alginate impressions: Time and patient satisfaction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2018 Apr;153(4):534-41. doi: 10.1016/j.ajodo.2017.08.017.
23. Tomita Y, Uechi J, Konno M, Sasamoto S, Iijima M, Mizoguchi I. Accuracy of digital models generated by conventional impression/plaster-model methods and intraoral scanning. *Dent Mater J.* 2018 Jul 29;37(4):628-33. doi: 10.4012/dmj.2017-208.
24. Nakamura Y, Kasahara N, Hashimoto M. New Method of Dental Personal Identification of Disaster Victims Using Oral Scanner. *Bull Tokyo Dent Coll.* 2022 Jun 15;63(2):67-73. doi: 10.2209/tdcpublication.2021-0035.
25. Eto N, Yamazoe J, Tsuji A, Wada N, Ikeda N. Development of an artificial intelligence-based algorithm to classify images acquired with an intraoral scanner of individual molar teeth into three categories. *PLoS One.* 2022 Jan 7;17(1):e0261870. doi: 10.1371/journal.pone.0261870.
26. Bae EJ, Woo EJ. Quantitative and qualitative evaluation on the accuracy of three intraoral scanners for human identification in forensic odontology. *Anat Cell Biol.* 2022 Mar 31;55(1):72-8. doi: 10.5115/acb.21.136.
27. Krishan K, Chatterjee PM, Kanchan T, Kaur S, Baryah N, Singh RK. A review of sex estimation techniques during examination of skeletal remains in forensic anthropology casework. *Forensic Sci Int.* 2016 Apr;261:165.e1-8. doi: 10.1016/j.forsciint.2016.02.007.
28. Raj JD, Ramesh S. Sexual Dimorphism in Mandibular Ramus of South Indian Population. *Antrocom Online Journal.* 2013;9(2):253-58.
29. Monteiro L, dos Reis SF. *Princípios de morfometria geométrica.* Ribeirão Preto: Holos Editora; 1999. 188 p.

30. Marcus LF, Corti M, Loy A, Naylor GJP, Slice DE. Advances in morphometrics. NATO ASI Series. Series A, Life Sciences, v. 284. Plenum Press, NY, 1996. 575 p.
31. Astúa D. Morphometrics of the largest New World marsupials, opossums of the genus *Didelphis* (*Didelphimorphia*, *Didelphidae*). *Oecologia Australis*. 2015;19(1): 117-42.
32. Adams DC, Rohlf FJ, Slice DE. A field comes of age: Geometric morphometrics in the 21st century. *Hystrix*. 2013;24(1):7-14.
33. Baab KL, McNulty KP, Rohlf FJ. The shape of human evolution: a geometric morphometrics perspective. *Evol Anthropol*. 2012 Jul-Aug;21(4):151-65. doi: 10.1002/evan.21320.
34. Bookstein FL. Morphometric tools for landmark data. Cambridge, Cambridge University Press, 1997.
35. Rohlf FJ. Morphometrics. *Annual Reviews of Ecology and Systematics*. 1990;21:299-316.
36. Rohlf FJ, Marcus LF. A revolution in morphometrics. *Tree*. 1993;8(4):121-32.
37. Bookstein FL. Morphometric tools for landmarks data: geometry and biology. Cambridge: Cambridge University Press; 1991.
38. Michiue T, Hishmat AM, Oritani S, Miyamoto K, Amin MF, Ishikawa T, Maeda H. Virtual computed tomography morphometry of the patella for estimation of sex using postmortem Japanese adult data in forensic identification. *Forensic Sci Int*. 2018 Apr;285:206.e1-206.e6. doi: 10.1016/j.forsciint.2017.11.029.
39. Hishmat AM, Michiue T, Sogawa N, Oritani S, Ishikawa T, Fawzy IA, Hashem MA, Maeda H. Virtual CT morphometry of lower limb long bones for estimation of the sex and stature using postmortem Japanese adult data in forensic identification. *Int J Legal Med*. 2015 Sep;129(5):1173-82. doi: 10.1007/s00414-015-1228-9.
40. Tornavoi DC, Silva RHA. Rugoscopia palatina e a aplicabilidade na identificação humana em odontologia legal: revisão de literatura. *Saúde Ética Justiça*. 2010;15(1):28-34.

41. Kapila R, Nagesh KS, R Iyengar A, Mehkri S. Sexual dimorphism in human mandibular canines: a radiomorphometric study in South Indian population. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2011;5(2):51-4. doi:10.5681/joddd.2011.011

42. da Silva PR, Lopes MC, Martins-Filho IE, Haye Biazevic MG, Michel-Crosato E. Tooth crown mesiodistal measurements for the determination of sexual dimorphism across a range of populations: A systematic review and meta-analysis. *J Forensic Odontostomatol*. 2019 May 1;37(1):2-19.

ANEXO A: Parecer Do Comitê De Ética Em Pesquisa Da Faculdade De Odontologia Da Universidade De São Paulo (CEP/FOUSP)



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Morfometria geométrica por escaneamento digital dos elementos dentais para transpor desafios da identificação humana: estimativa do sexo e da ancestralidade

Pesquisador: Edgard Michel Crosato

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 30087120.5.1001.0075

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.958.537

Apresentação do Projeto:

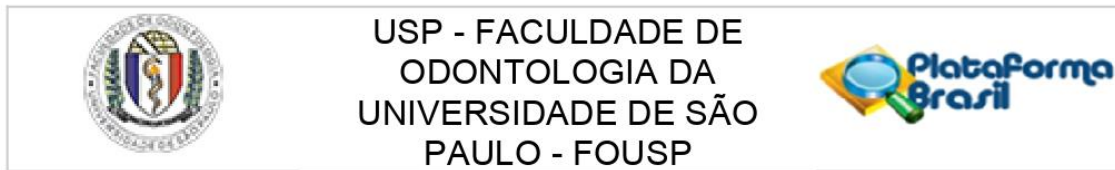
A Morfometria Geométrica (MG) é uma ferramenta que oferece um conjunto de técnicas virtuais e/ou digitais que propiciam confiabilidade e precisão para delinear e comparar as formas de organismos. Assim, a MG vem sendo utilizada na classificação de indivíduos, hoje, podendo ser uma boa técnica de auxílio para as práticas forenses. A identificação humana ainda é um grande desafio para a atividade pericial, sendo necessário, cada vez mais, o desenvolvimento de novas metodologias que busquem dirimir essas dificuldades. Este trabalho será multicêntrico, desenvolvido pela Prof.

Dra. Bianca Marques Santiago, docente da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e Perita Oficial Odontolegal do Núcleo de Medicina e Odontologia Legal do Instituto de Polícia Científica do Estado da Paraíba (NUMOL/IPC/PB), em parceria com o Prof. Dr. Edgard Michel Crosato, docente da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP). O objetivo dessa pesquisa é levantar as dificuldades enfrentadas por peritos odontologistas em perícias antropológicas e propor um novo método de estimativa de sexo e ancestralidade, a partir do uso de tecnologia

3D e análise por morfometria geométrica dos elementos dentais. Para tanto, a metodologia será composta de 4 etapas: 1) levantamento dos laudos

do Setor de Antropologia Forense do Núcleo de Medicina e Odontologia Legal do Instituto de

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227 - 1º andar , sala 02 da administração
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7960 **E-mail:** cepfo@usp.br



Continuação do Parecer: 3.958.537

Polícia Científica da Paraíba (NUMOL/IPC/PB); 2) entrevista de forma qualitativa com os Peritos Oficiais Odontológicos para abordar quais são as maiores dificuldades enfrentadas por estes durante o processo de identificação; 3) desenvolvimento de uma metodologia para estimativa de sexo e ancestralidade, onde serão coletados dados morfométricos geométricos dos elementos dentais, por meio de um escaneamento intraoral, de 200 indivíduos (100 homens e 100 mulheres), para elaborar um modelo padrão com os elementos dentais com maior poder discriminatório; 4) teste de validade do modelo padrão obtido, a partir da sua aplicação em uma população osteológica pertencente ao Centro de Estudos em Antropologia Forense da Faculdade de Odontologia da Universidade de Pernambuco (CEAF/FOP/UPE), permitindo viabilizar a inserção do novo método na rotina pericial. Para o desenvolvimento da metodologia prevista, será utilizado um scanner 3D portátil (Scanner Artec 3D).

Objetivo da Pesquisa:

Esse estudo objetiva realizar um levantamento das dificuldades encontradas na rotina pericial da Antropologia Forense no estado da Paraíba e desenvolver uma nova metodologia para estimativa de sexo e ancestralidade, com utilização de tecnologia 3D por meio de escaneamento digital dos elementos dentais e análise por morfometria geométrica.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos para a etapa do questionário seria o constrangimento em não saber responder algumas abordagens e/ou a perda do anonimato. Para a coleta de dados nos indivíduos, os riscos poderiam ser, ao colocar o scanner intraoral, o indivíduo ter alguma reação hemética ou outro desconforto. Também, existe riscos de contaminação cruzada entre examinador e examinado, que são diminuídos com o uso de equipamentos de proteção individual (EPIs).

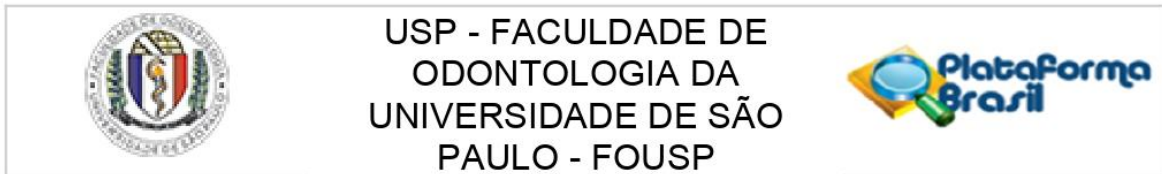
Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante para a área de Odontologia Forense.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentadas a folha de rosto, as informações básicas do projeto, o projeto detalhado, os TCLEs necessários para cada parte do projeto e as autorizações para uso da infraestrutura das instituições envolvidas, estando todas de acordo.

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227 - 1º andar , sala 02 da administração
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7960 **E-mail:** cepfo@usp.br



Continuação do Parecer: 3.958.537

Recomendações:

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados ao CEP-FOUSP relatórios parciais anuais referentes ao andamento da pesquisa e relatório final, utilizando-se da opção "Enviar Notificação" (descrita no Manual "Submeter Notificação", disponível na Central de Suporte - canto superior direito do site www.saude.gov.br/plataformabrasil).

Qualquer alteração no projeto original deve ser apresentada "emenda" a este CEP, de forma objetiva e com justificativas para nova apreciação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1488136.pdf	15/03/2020 16:07:12		Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	15/03/2020 16:06:23	MARIA IZABEL CARDOSO BENTO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	ANuencia_CEAF.pdf	15/03/2020 16:04:43	MARIA IZABEL CARDOSO BENTO	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRosto.pdf	09/03/2020 14:14:44	MARIA IZABEL CARDOSO BENTO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEvoluntariosUFPB.pdf	07/03/2020 17:52:25	MARIA IZABEL CARDOSO BENTO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEvoluntariosFOP.pdf	07/03/2020 17:52:18	MARIA IZABEL CARDOSO BENTO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEperitos.pdf	07/03/2020 17:52:12	MARIA IZABEL CARDOSO BENTO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_CEP.pdf	07/03/2020 17:52:00	MARIA IZABEL CARDOSO BENTO	Aceito
Declaração de Instituição e	Anuencia_IPC.pdf	03/03/2020 23:15:07	MARIA IZABEL CARDOSO BENTO	Aceito

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227 - 1º andar , sala 02 da administração

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 05.508-900

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3091-7960

Fax: (11)3091-7960

E-mail: cepfo@usp.br



USP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO - FOU SP



Continuação do Parecer: 3.958.537

Infraestrutura	Anuencia_IPC.pdf	03/03/2020 23:15:07	MARIA IZABEL CARDOSO BENTO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Anuencia_FOP.pdf	03/03/2020 23:14:53	MARIA IZABEL CARDOSO BENTO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Anuencia_UFPB.pdf	03/03/2020 23:14:45	MARIA IZABEL CARDOSO BENTO	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	03/03/2020 23:10:03	MARIA IZABEL CARDOSO BENTO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

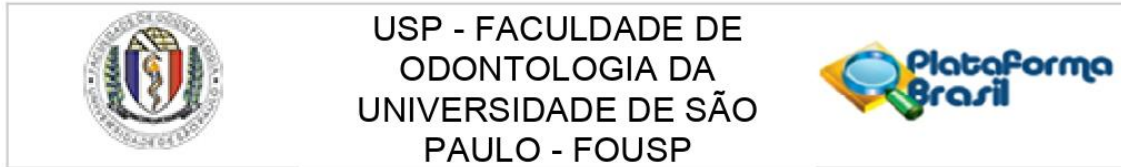
Não

SAO PAULO, 07 de Abril de 2020

Assinado por:
Alyne Simões Gonçalves
(Coordenador(a))

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227 - 1º andar , sala 02 da administração
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7960 **E-mail:** cepfo@usp.br

ANEXO B: Parecer Do Comitê De Ética Em Pesquisa Da Faculdade De Odontologia Da Universidade De São Paulo (Cep/Fousp) Para Emenda



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Morfometria geométrica por escaneamento digital dos elementos dentais para transpor desafios da identificação humana: estimativa do sexo e da ancestralidade

Pesquisador: Edgard Michel Crosato

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 30087120.5.1001.0075

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.331.597

Apresentação do Projeto:

Os pesquisadores solicitam emenda ao projeto de pesquisa. Segundo a solicitação em Emenda.pdf (16/03/2022), encaminham para análise e conhecimento desse Comitê de Ética em Pesquisa – Seres Humanos/FOUSP as seguintes(s) alteração(es) no projeto de pesquisa mencionado acima:

1 – Citar modificação (es)

Modificar a Seção 4 Metodologia:

4.3.3. Modificar o escaneamento intraoral que, inicialmente, seria realizado diretamente nos pacientes, por imagens já realizadas advindas de uma clínica radiológica da cidade de João Pessoa/Paraíba, mantendo-se as quantidades de amostra de homens (100) e mulheres (100) e aumentando o intervalo de idade para 15 a 35 anos de idade dos voluntários da pesquisa.

A Clínica Radiológica Diagson Diagnóstico por Imagem concedeu o termo de anuência, para a utilização das imagens, que se encontra ao final deste documento (ANEXO A). A referida clínica encontra-se nos padrões exigidos pela Lei 13.709/2018. A clínica Diagson encontra-se localizada na Avenida Mal. Deodoro da Fonseca, 134, Torre, na cidade de João Pessoa, Estado da Paraíba.

2 - Justificar alteração (es) mencionadas:

Devido à situação atual vivenciada pela pandemia da COVID-19, a coleta das

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227 - 1º andar , sala 02 da administração
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7960 **E-mail:** cepfo@usp.br



USP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO - FOU SP



Continuação do Parecer: 5.331.597

imagens diretamente nos pacientes, bem como o recrutamento deles, tornou-se inviável, sendo a saída mais viável e que mantém a qualidade necessária à pesquisa, a utilização de imagens advindas de um banco para que o estudo possa ter prosseguimento.

Aguardando manifestação desse Comitê quanto à apreciação e aprovação.

A EMENDA terá validação somente com o parecer de aprovação deste CEP/FOUSP

Segundo as informações em PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1914181_E1.pdf (16/03/2022):

Desenho:

A coleta de dados será realizada em 4 etapas:

Primeira etapa:

Tratar-se-á de um estudo do tipo transversal, descritivo, com abordagem quantitativa, por meio da análise de todas as informações presentes nos Laudos Cadavéricos pertencentes ao Setor de Antropologia Forense do NUMOL/IPC/PB, no intuito de fazer um levantamento dos métodos mais utilizados por este.

Segunda etapa:

A segunda etapa será realizada com uma abordagem qualitativa. Serão entrevistados os Peritos Oficiais Odontológicos do NUMOL/IPC/PB alocados no setor de Antropologia Forense, onde estes, após assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE, irão relatar as suas maiores dificuldades em relação às metodologias de identificação empregadas, em seu cotidiano laboral, na intenção de compreender os obstáculos

enfrentados por estes profissionais e traçar medidas que facilitem a identificação em sua atividade.

Terceira etapa

Esta será caracterizada pela abordagem quantitativa, de corte transversal, a qual consistirá na análise de imagens de escaneamento intraoral (3D) de 200 voluntários, destes 100 homens e 100 mulheres (tabela 1), com idade entre 15 e 35 anos, que possuam elementos dentais permanentes (com exceção dos terceiros molares). Serão excluídos todos os indivíduos que não se encaixem nestes critérios estabelecidos.

As imagens serão advindas de uma clínica radiológica da cidade de João Pessoa/Paraíba. A Clínica Radiológica Diagson Diagnóstico por Imagem concedeu o termo de anuência, para a utilização das imagens, que se encontra ao final deste documento (ANEXO A). A referida clínica encontra-se nos padrões exigidos pela Lei 13.709/2018. A clínica Diagson encontra-se localizada na Avenida Mal.

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227 - 1º andar , sala 02 da administração

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 05.508-900

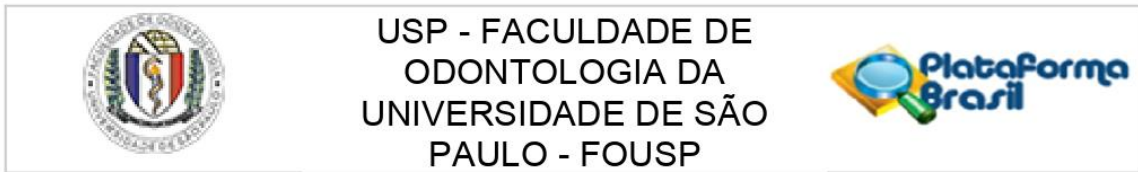
UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3091-7960

Fax: (11)3091-7960

E-mail: cepfo@usp.br



Continuação do Parecer: 5.331.597

Deodoro da Fonseca, 134, Torre, na cidade de João Pessoa, Estado da Paraíba.

Quarta etapa:

Etapa de corte transversal: serão selecionados 20 crânios pertencentes ao sexo feminino e 20 masculinos que possuam entre 20 e 27 anos, com o maior número de elementos dentais possíveis. Para tanto, será necessário o deslocamento da equipe de pesquisadores para o CEAF/FOP/UPE.

Resumo:

A Morfometria Geométrica (MG) é uma ferramenta que oferece um conjunto de técnicas virtuais e/ou digitais que propiciam confiabilidade e precisão para delinear e comparar as formas de organismos. Assim, a MG vem sendo utilizada na classificação de indivíduos, hoje, podendo ser uma boa técnica de auxílio para as práticas forenses. A identificação humana ainda é um grande desafio para a atividade pericial, sendo necessário, cada vez

mais, o desenvolvimento de novas metodologias que busquem dirimir essas dificuldades. Este trabalho será multicêntrico, desenvolvido pela Prof. Dra. Bianca Marques Santiago, docente da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e Perita Oficial Odontológica do Núcleo de Medicina e Odontologia Legal do Instituto de Polícia Científica do Estado da Paraíba (NUMOL/IPC/PB), em parceria com o Prof. Dr. Edgard Michel Crosato, docente da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP). O objetivo dessa pesquisa é levantar as dificuldades enfrentadas por peritos odontologistas em perícias antropológicas e propor um novo método de estimativa de sexo e ancestralidade, a partir do uso de tecnologia 3D e análise por morfometria geométrica dos elementos dentais. Para tanto, a metodologia será composta de 4 etapas: 1) levantamento dos laudos do Setor de Antropologia Forense do Núcleo de Medicina e Odontologia Legal do Instituto de Polícia Científica da Paraíba (NUMOL/IPC/PB); 2) entrevista de forma qualitativa com os Peritos Oficiais Odontológicos para abordar quais são as maiores dificuldades enfrentadas por estes durante o

processo de identificação; 3) desenvolvimento de uma metodologia para estimativa de sexo e ancestralidade, onde serão coletados dados morfométricos geométricos dos elementos dentais, por meio da análise de imagens advindas de uma clínica radiológica, por meio de um escaneamento intraoral (3D), de 200 indivíduos (100 homens e 100 mulheres) com idades entre 15 e 35 anos, para elaborar um modelo padrão com os elementos dentais com maior poder discriminatório; 4) teste de validade do modelo padrão obtido, a partir da sua aplicação em uma população osteológica pertencente ao Centro de Estudos em Antropologia Forense da Faculdade de Odontologia da Universidade de Pernambuco (CEAF/FOP/UPE), permitindo viabilizar a inserção do novo método na rotina pericial. Pretende-se com esse estudo proporcionar vantagens e rapidez

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227 - 1º andar , sala 02 da administração
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7960 **E-mail:** cepfo@usp.br



USP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO - FOU SP



Continuação do Parecer: 5.331.597

na utilização de métodos que auxiliem os peritos na identificação humana por meio do uso de tecnologias.

Introdução

A Odontologia legal é caracterizada pelo desígnio do estudo das regiões da cabeça e do pescoço, a fim de empregar tais conhecimentos à serviço da justiça, podendo, ainda, suas perícias estenderem-se em âmbitos cível, penal e trabalhista, avaliando vivos, cadáveres, ossadas, trabalhos odontológicos ou vestígios isolados (ALMEIDA; SILVA; PARANHOS, 2010; BRASIL, 1966; DARUGE; DARUGE JÚNIOR; FRANCESQUINI JÚNIOR, 2017).

Em 2016, o Brasil, de acordo com o Ministério da Saúde, apresentou uma taxa de homicídios de 30,3 mortes para cada 100 mil habitantes, indicando um crescente aumento da violência e, conseqüentemente, um aumento no número de mortes não identificadas (ATLAS DA VIOLÊNCIA, 2018).

A identificação humana é um dos procedimentos mais corriqueiros nos Institutos de Medicina Legal (IMLs). No entanto, em algumas situações, essa torna-se dificultosa pela falta de elementos que favoreçam a utilização das metodologias primárias (FRANÇA, 2015; SILVA et al., 2009).

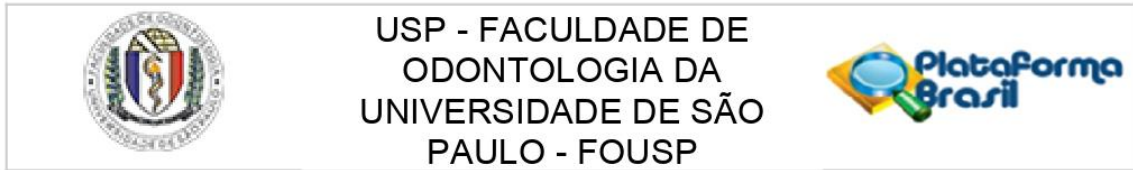
Um método utilizado para determinar uma identidade deve preencher requisitos biológicos e técnicos para se tornar aplicável, tendo que avaliar características únicas para cada indivíduo (unicidade), que não se alteram ao longo da vida (imutabilidade), que possuam capacidade de resistir à ação do tempo (perenidade), que seja prático para a rotina pericial (praticabilidade) e possa ser classificável para facilitar o arquivamento dos dados (classificabilidade) (FRANÇA, 2015; VANRELL, 2012; TORNAVOI, 2010).

A Antropologia Forense (AF) é um ramo da Antropologia Biológica que busca - por meio de seus conhecimentos e de suas ciências acessórias - estabelecer uma identidade baseada em critérios, são estes: sexo, altura, ancestralidade e idade (FRANÇA, 2015; GHAREHDANHI et al., 2018).

Também, a AF possui um papel de destaque em decorrência da sua grande colaboração nas respostas necessárias aos inquéritos policiais, sendo um exercício revestido de grande valor social, pois coopera na resolução de casos, como os de pessoas desaparecidas, por exemplo (LESSA, 2010).

No entanto, ainda se convive no país com uma quantidade relevante de identificações não-positivas de cadáveres que dão entrada nos IMLs. De acordo com Lessa, 2010, este número foi de 78,5%, 65,5%, 58,7%, 52,5%, 30,2% e 13,4%, para as cidades de Belém/PA, Porto Alegre/RS, Rio de

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227 - 1º andar , sala 02 da administração
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7960 **E-mail:** cepfo@usp.br



Continuação do Parecer: 5.331.597

Janeiro/RJ, Goiânia/GO e Salvador/BA, respectivamente. Dessa forma, verifica-se que existem locais que para mais da metade dos corpos não é possível estabelecer a identidade dos mesmos e/ou dos seus agressores, em consequência das condições de trabalho oferecidas ou da capacitação profissional para esta atividade. Adicionalmente, boas condições para o exercício desta atividade laboral diminuiriam, expressivamente, os percentuais de exames enviados aos laboratórios de Genética Forense (DNA), o que retornaria a eficiência e a rapidez com que os exames em AF poderiam trazer.

No entanto, as condições oferecidas pelos cadáveres – que variam desde íntegros a apenas restos humanos - nem sempre oferecem os requisitos necessários para a utilização das metodologias corriqueiramente empregadas. Nessas situações, em geral, o crânio e os dentes são as partes mais bem preservadas e recuperadas (KUMAR; LOKANADHAM, 2013; LOÉPEZ-LAÉZARO, 2018) e, assim, diversas metodologias baseadas nessas estruturas precisam ser desenvolvidas, na intenção de aumentar o número de identificações positivas realizadas.

Ante ao exposto, o objetivo deste estudo é realizar um mapeamento dos exames de Antropologia Forense no Núcleo de Medicina e Odontologia Legal do Instituto de Polícia Científica do Estado da Paraíba, de forma qualitativa, para verificar as dificuldades encontradas na prática e, ainda, se propõe a realizar um estudo morfométrico geométrico dos elementos dentais, por meio de um escaneamento intraoral, na intenção de desenvolver

um novo método capaz de estimar sexo e ancestralidade com a utilização de tecnologia, garantindo eficiência e rapidez nos processos de identificações humanas.

Hipótese:

Existir diferenças morfogeométricas nos elementos dentais entre homens e mulheres e para cada grupo étnico.

Metodologia Proposta:

A coleta de dados será realizada em 4 etapas.

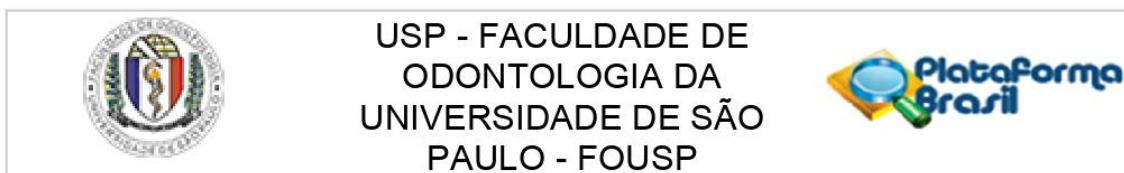
Primeira etapa

Tratar-se-á de um estudo do tipo transversal, descritivo, com abordagem quantitativa, por meio da análise de todas as informações presentes nos

Laudos Cadavéricos pertencentes ao Setor de Antropologia Forense do NUMOL/IPC/PB, no intuito de fazer um levantamento dos métodos mais

utilizados por este. O universo será composto pelos laudos antropológicos, finalizados, entre os

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227 - 1º andar , sala 02 da administração
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7960 **E-mail:** cepfo@usp.br



Continuação do Parecer: 5.331.597

anos de 2010 e 2019. Serão excluídos os laudos ainda não finalizados e não pertencentes a esses anos.

Segunda etapa

A segunda etapa será realizada com uma abordagem qualitativa. Serão entrevistados os Peritos Oficiais Odontolegais do NUMOL/IPC/PB alocados no setor de Antropologia Forense, onde estes, após assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), irão relatar as suas maiores dificuldades em relação às metodologias de identificação empregadas, em seu cotidiano laboral, na intenção de compreender os obstáculos enfrentados por estes profissionais e traçar medidas que facilitem a identificação em sua atividade.

Terceira etapa

Esta será caracterizada pela abordagem quantitativa, de corte transversal, a qual consistirá na análise de imagens de escaneamento intraoral (3D) de 200 voluntários, destes 100 homens e 100 mulheres (tabela 1), com idade entre 15 e 35 anos, que possuam elementos dentais permanentes (com exceção dos terceiros molares). Serão excluídos todos os indivíduos que não se encaixem nestes critérios estabelecidos.

As imagens serão advindas de uma clínica radiológica da cidade de João Pessoa/Paraíba. A Clínica Radiológica Diagson Diagnóstico por Imagem concedeu o termo de anuência, para a utilização das imagens, que se encontra ao final deste documento (ANEXO A). A referida clínica encontra-se nos padrões exigidos pela Lei 13.709/2018. A clínica Diagson encontra-se localizada na Avenida Mal. Deodoro da Fonseca, 134, Torre, na cidade de João Pessoa, Estado da Paraíba.

Quarta etapa

Nesta etapa, o modelo estatístico obtido dos resultados da terceira etapa será aplicado e validado, por meio da utilização de um scanner 3D portátil - Scanner Artec Space Spider - em uma amostra de 40 crânios, pertencentes ao CEAF/FOP/UPE.

Objetivo da Pesquisa:

Segundo os pesquisadores em Projeto_CEP.pdf (16/03/2022):

Objetivo Geral

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227 - 1º andar , sala 02 da administração
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7960 **E-mail:** cepfo@usp.br



USP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO - FOUASP



Continuação do Parecer: 5.331.597

Esse estudo objetiva realizar um levantamento das dificuldades encontradas na rotina pericial da Antropologia Forense no estado da Paraíba e desenvolver uma nova metodologia para estimativa de sexo e ancestralidade, com utilização de tecnologia 3D por meio de escaneamento digital dos elementos dentais e análise por morfometria geométrica.

1. Objetivos Específicos

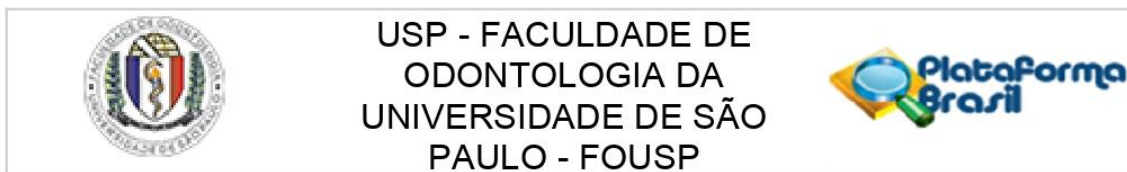
- a) Fazer um levantamento das informações existentes nos laudos periciais pertencentes ao setor de Antropologia Forense do NUMOL/IPC/PB;
- b) Verificar quais as dificuldades, de forma qualitativa, que os Peritos Oficiais Odontolegais do NUMOL/IPC/PB enfrentam na prática da Antropologia Forense ;
- c) Investigar a existência de diferenças morfométricas e geométricas entre os elementos dentais dos homens e mulheres;
- d) Analisar possível associação da morfometria geométrica das superfícies oclusais e vestibulares dos elementos dentais com a ancestralidade;
- e) Desenvolver e aplicar o modelo padrão gerado para estimativa do sexo e ancestralidade em uma população osteológica, buscando atrelar a prática;
- f) Estabelecer um parâmetro de morfometria geométrica que possa ser usado de forma cotidiana pelos Antropólogos Forenses no intuito de resolver, por meio do uso de tecnologia, de forma mais rápida e eficiente os casos de identificação humana.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo os pesquisadores em Projeto_CEP.pdf (16/03/2022), os riscos para a segunda etapa seriam o constrangimento em não saber responder algumas abordagens e/ou a perda do anonimato, para a terceira etapa os riscos poderiam ser, ao colocar o scanner intraoral, o indivíduo ter alguma reação hemética ou outro desconforto. Também, existe riscos de contaminação cruzada entre examinador e examinado, que são diminuídos com o uso de equipamentos de proteção individual (EPIs). Na quarta etapa os riscos envolvidos nessa etapa poderiam ser contaminação cruzada pela manipulação de restos humanos, que são diminuídos com o uso EPIs.

Benefícios

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227 - 1º andar , sala 02 da administração
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7960 **E-mail:** cepfo@usp.br



Continuação do Parecer: 5.331.597

Busca-se, com esse estudo, conhecer quais são as dificuldades enfrentadas pelos peritos no processo de identificação humana em casos antropológicos e procurar desenvolver um novo método, com o uso da tecnologia de scaneamento intraoral, que possa auxiliar as perícias de identificação. Para tanto, será cotado o uso de um Scanner Artec Space Spider 3D que, ao final do estudo, será solicitada a doação às Agências de Fomento para o Núcleo de Medicina e Odontologia Legal do Instituto de Polícia Científica do Estado da Paraíba (NUMOL/IPC/PB), para que os peritos possam aplicar o método desenvolvido nessa pesquisa e possuir mais subsídios para executar o seu trabalho, visto que a parte proponente e a cooperativa visam o benefício social do método, bem como a sua utilização.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

- 1_ Estudo nacional, multicêntrico,
- 2_ Caráter acadêmico, pós graduação.
- 3_ País de Origem: Brasil.
- 4_ Países Participantes e instituições: Brasil (FOUSP e UFPB).
- 5_ Número de participantes: Tamanho da Amostra no Brasil: 260, sendo 200 imagens de escaneamento intraoral de cada participante, fornecidas por uma clinica radiológica; 40 crânios pertencentes ao CEAF/FOP/UPE; 10 Laudos Cadavéricos e 10 peritos oficiais odontolegais do NUMOL/IPC/PB.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentadas as informações básicas do projeto, o pedido de emenda, a anuência da clínica de imagens, o projeto detalhado, o novo cronograma, o orçamento para execução, a anuência do CEAF da UPE e a folha de rosto anteriormente apresentada; estando todos conformes.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

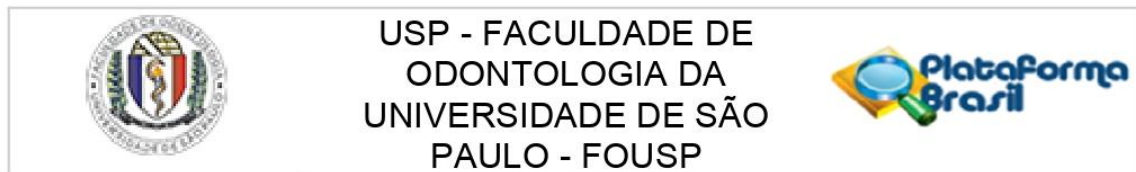
A emenda não apresenta impedimentos éticos para sua aprovação pela CEP.

Considerações Finais a critério do CEP:

Ressalta-se que cabe ao pesquisador responsável encaminhar os relatórios parciais e final da pesquisa, por meio da Plataforma Brasil, via notificação do tipo "relatório" para que sejam devidamente apreciados no CEP, conforme Norma Operacional CNS nº 001/13, item XI.2.d.

Qualquer alteração no projeto original deve ser apresentada "EMENDA", por meio da Plataforma Brasil, de forma objetiva e com justificativas para nova apreciação (Norma Operacional 001/2013 –

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227 - 1º andar , sala 02 da administração
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7960 **E-mail:** cepfo@usp.br



Continuação do Parecer: 5.331.597

letra H).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1914181_E1.pdf	16/03/2022 12:05:51		Aceito
Solicitação Assinada pelo Pesquisador Responsável	Emenda.pdf	16/03/2022 12:04:48	MARIA IZABEL CARDOSO BENTO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Anuencia_Clinica_Imagens.pdf	16/03/2022 12:02:55	MARIA IZABEL CARDOSO BENTO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_CEP.pdf	16/03/2022 12:02:35	MARIA IZABEL CARDOSO BENTO	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	16/03/2022 12:02:22	MARIA IZABEL CARDOSO BENTO	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	15/03/2020 16:06:23	MARIA IZABEL CARDOSO BENTO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	ANuencia_CEAF.pdf	15/03/2020 16:04:43	MARIA IZABEL CARDOSO BENTO	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRosto.pdf	09/03/2020 14:14:44	MARIA IZABEL CARDOSO BENTO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEvoluntariosUFPB.pdf	07/03/2020 17:52:25	MARIA IZABEL CARDOSO BENTO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEvoluntariosFOP.pdf	07/03/2020 17:52:18	MARIA IZABEL CARDOSO BENTO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEperitos.pdf	07/03/2020 17:52:12	MARIA IZABEL CARDOSO BENTO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Anuencia_IPC.pdf	03/03/2020 23:15:07	MARIA IZABEL CARDOSO BENTO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Anuencia_FOP.pdf	03/03/2020 23:14:53	MARIA IZABEL CARDOSO BENTO	Aceito

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227 - 1º andar , sala 02 da administração
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7960 **E-mail:** cepfo@usp.br



USP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO - FOUSP



Continuação do Parecer: 5.331.597

Declaração de Instituição e Infraestrutura	Anuencia_UFPB.pdf	03/03/2020 23:14:45	MARIA IZABEL CARDOSO BENTO	Aceito
--------------------------------------------------	-------------------	------------------------	-------------------------------	--------

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 05 de Abril de 2022

Assinado por:
Alyne Simões Gonçalves
(Coordenador(a))

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227 - 1º andar , sala 02 da administração
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7960 **E-mail:** cepfo@usp.br