



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA



GABRIEL PHELIPE DE PAULA SANTOS

**INVESTIGAÇÃO DO VOLUME DO OSSO
ZIGOMÁTICO E SUA APLICAÇÃO NA
ANTROPOLOGIA FORENSE**

UBERLÂNDIA

2024

GABRIEL PHELIPE DE PAULA SANTOS

**INVESTIGAÇÃO DO VOLUME DO OSSO
ZIGOMÁTICO E SUA APLICAÇÃO NA
ANTROPOLOGIA FORENSE**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado a Faculdade de
Odontologia da UFU, como requisito
parcial para obtenção do título de
Graduado em Odontologia

Orientador: Prof. Dr. Thiago L. Beaini

UBERLÂNDIA

2024

SUMÁRIO

Resumo	01
Introdução	02
Metodologia	03
Amostra	03
Aquisição dos dados	03
Análises estatísticas	04
Resultados	05
Discussão	06
Conclusão	08
Referências bibliográficas	09
Apêndice	11

DEDICATÓRIA

Aos meus amados pais, Priscilla Martins e Sérgio Afonso. Pilares da minha vida, raízes que me sustentam e asas que me impulsionam a voar mais alto. Sem o amor incondicional, a incansável dedicação e a inabalável fé de vocês, este sonho não teria se tornado realidade.

Dedico este trabalho a vocês, com eterna gratidão e profunda admiração.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, aos meus pais, Priscilla e Sérgio. Por todos os sacrifícios e renúncias. Por me ensinarem o significado de amor, força e perseverança. Por serem meus maiores incentivadores. Por acreditarem em mim quando eu mesmo duvidei.

Agradeço a minha namorada e companheira de vida Sara, por estar sempre ao meu lado e sempre me inspirar a ser a minha melhor versão.

Agradeço ao meu amigo Nauan, pelos anos como parceiros de clínica e vida, por todos os momentos de suporte e troca de conhecimentos e experiências que pudemos compartilhar um com outro.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Thiago Leite Beaini, pelo acolhimento, dedicação, pelo incentivo e orientação durante esta jornada acadêmica.

Aos colegas de turma e todos aqueles que auxiliaram nesta jornada de forma indireta, um muito obrigado.

RESUMO

Introdução: A antropologia forense (AF) objetiva o estudo do corpo humano como forma de auxílio da justiça. O crânio humano é conhecido como uma estrutura que abriga uma série de características sujeitas à variabilidade individual que pode ocorrer por influência do sexo biológico dos indivíduos, por ação genética da ancestralidade ou pela idade. Os exames volumétricos permitem ao observador avaliar a morfologia de maneira diferenciada e o volume é uma das formas de representar essa topografia. No entanto, há uma lacuna de estudos nesse campo, sendo que várias estruturas podem auxiliar na análise forense, especialmente no contexto da busca de pessoas desaparecidas. **Objetivo:** Avaliar a capacidade individualizadora do osso zigomático no estudo do dimorfismo sexual e da identificação humana. **Amostra:** O estudo piloto contou com 20 tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC) anônimas, divididas entre 10 masculinas e 10 femininas. Utilizando o dispositivo háptico para selecionar precisamente o osso zigomático em seus limites com o osso temporal, esferoide, frontal e maxilar. **Resultados:** Os testes apresentaram normalidade na distribuição. Os testes *t-student* demonstraram diferença estatística significativa ($p < 0,05$) nas variáveis Volume ($p = 0,007$) e Altura ($p = 0,02$). **Conclusão:** A análise volumétrica do osso zigomático se revela uma ferramenta promissora para a estimativa sexual em serviços de identificação humana.

Palavras-chave: Antropologia Forense; Osso Zigomático; Dimorfismo Sexual; Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico.

Introdução

A Antropologia Forense (AF) se configura como uma área crucial para a investigação criminal, fornecendo informações valiosas sobre os restos mortais humanos, como determinação do sexo, afinidade populacional e estimativa da idade, auxiliando na identificação de vítimas, na reconstrução de cenas de crime e na compreensão das causas de morte. (CATTANEO, 2007).

Visando a contribuição para o desenvolvimento de novas técnicas de análise em AF, muitos estudos têm como objetivo fornecer subsídios para a busca por pessoas desaparecidas e para a investigação criminal. (YAŞAR IŞCAN, 1988)

A análise de ossadas, seja de esqueletos fragmentados ou incompletos, é, por muita das vezes, a ferramenta capaz de fornecer evidências para a identificação humana. Sendo o crânio, dentro do contexto forense, o componente mais frequentemente encontrado. A expertise do profissional, somada à análise minuciosa dos elementos dentários e ósseos, contribui significativamente para a elucidação de crimes, devolvendo às famílias a resposta sobre o destino de seus entes queridos.(BIANCALANA et al., 2015; NUNES; GONÇALVES, 2014; SOARES; GUIMARÃES, 2008)

Embora a análise volumétrica óssea apresente grande potencial para a AF, ainda há uma lacuna de conhecimento no que diz respeito ao osso zigomático, uma estrutura facial com características anatômicas que podem ser relevantes para a identificação humana e o estudo do dimorfismo sexual (SCHLAGER; RÜDELL, 2017)

O meio digital revolucionou a área de estudos forenses e antropológicos, especialmente com o advento de tecnologias como a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC)(FARHADIAN et al., 2020). Essa tecnologia permite a obtenção de imagens 3D de alta resolução de ossadas e outros materiais ósseos, abrindo um leque de novas possibilidades para análises mais precisas e detalhadas.(SCARFE; FARMAN, 2008). Facilitando a identificação de características morfológicas relevantes para a identificação humana e o estudo do dimorfismo sexual, por exemplo.(AGUILAR CAMPOS SILVA et al., 2021; ARAI et al., 1999)

A TCFC possibilita a reconstrução virtual de ossadas fragmentadas ou incompletas, o que contribui para a identificação de vítimas em casos de desastres em massa ou crimes com mutilação. As imagens de TCFC podem ser facilmente comparadas com bancos de dados digitais de ossadas, aumentando a precisão da identificação humana. (AGUILAR CAMPOS SILVA et al., 2021; FARHADIAN et al., 2020).

Dessa forma, o presente estudo visa avaliar o osso zigomático através de TCFC como preditor de dimorfismo sexual, contribuindo para a identificação de indivíduos em contextos forenses e arqueológicos, bem como para o aprimoramento do conhecimento sobre a anatomia humana e as diferenças entre os sexos.

METODOLOGIA

Amostra

Conforme aprovado pelo CEP-UFU (CAAE 65383822.4.0000.5152), um banco de dados de 100 tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC) anônimas, possuem a informação do sexo e da idade dos indivíduos. A amostra é dividida igualmente entre homens e mulheres, sendo aplicado o critério de inclusão que selecionou indivíduos adultos, sem histórico de cirurgias ou deformidades faciais. Por se tratar de um estudo piloto, foram utilizadas inicialmente, 20 TCFC, sendo 10 de indivíduos masculinas e outras 10 do sexo feminino. Um modelo 3D de toda a estrutura óssea foi gerado através dos exames de TCFC, exportado do *software* OrtogOnBlender (versão 2.91.0) em formato de estereolitografia (.STL), posteriormente importado para o *software* Geomagic Freeform Plus ® (3D SYSTEMS Versão 2023.1)

Aquisição dos dados

Após importação dos arquivos em .STL para o *software* Geomagic Freeform Plus® (3D SYSTEMS Versão 2023.1), o osso zigomático foi selecionado utilizando um dispositivo háptico (figura 1) que permite interagir digitalmente com os modelos virtuais conferindo *feedback* tátil ao operador. Através da ferramenta *Select Clay* o osso zigomático foi segmentado baseado em sua estrutura anatômica, respeitando seus limites frontal, maxilar, esfenoidal

e temporal. Em seguida, destaca-se o fragmento do crânio com a ferramenta *Reposition*, presente na aba *Select/move clay*. Em sequência a *Box Select Tool* para recorte do fragmento removendo a porção posterior. Para limpar quaisquer impurezas que possam afetar o resultado, se é utilizado a ferramenta *Seed Selection Tool*. Por fim, utiliza-se a ferramenta *Dimensional Bounding Box*, localizada na aba *Analysis Tools*, para então obtenção de seus dados espaciais, representados pelas coordenadas X, Y e Z. No menu de ferramentas tools, obtém-se as propriedades do fragmento através da função *Piece Properties* (figura 3). O estudo em questão, analisou o Volume, medido em milímetros cúbicos (mm³).

Análises estatísticas

Os dados foram então computados em uma planilha Google Sheets (2024) contemplando o sexo do indivíduo, seu número de registro, Volume 1 (V1) e Volume 2 (V2), representando a análise intraobservador, junto às suas respectivas coordenadas (x1, y1 e z1; x2, y2 e z2). Assim feito, a tabela foi importada ao *software* Jamovi (versão 2.3.28, JASP) para realização da análise estatística.

A reprodutibilidade foi aferida em 5 exames, comparando os dados do avaliador principal com uma repetição dos exames e com um segundo observador. Os dados foram comparados por meio de teste de Correlação Linear Intraclass (ICC).

Os valores e, mm e mm³, foram então comparados entre os grupos para se analisar a capacidade de dimorfismo sexual do osso zigomático. Um teste de normalidade avaliou a dispersão das mensurações para que fosse escolhido o teste estatístico adequado para a avaliação da diferença entre os grupos.

Uma vez conhecida a existência de diferença estatística em cada variável, um modelo de regressão logística foi aplicado para aferir com qual precisão o modelo estatístico piloto seria capaz de explicar as diferenças entre os sexos por meio da análise volumétrica e linear do osso zigomático.

RESULTADOS

Foram analisadas no presente estudo, 20 imagens de TCFC, sendo estas, de 10 indivíduos masculinos e 10 femininos. Os dados descritivos então dispostos na tabela 1, demonstrando valores de médias levemente superiores nos homens relacionados ao volume, mas com poucas diferenças entre as dimensões no sentido ântero-posterior (y) e no sentido lateral (x). No entanto, a altura (z) aparece com médias superiores em homens.

Quanto à reprodutibilidade, os testes intraobservador os testes de correlação linear intraclass apontou uma boa correlação para o volume (0,87), para a Largura (0,81), Profundidade (0,96) e Altura (0,70). Na comparação interobservador, a correlação foi igualmente boa para o volume (0,84), Profundidade (0,70) e Altura, (0,90), no entanto, a largura (0,33) obteve um índice menor de correlação. Observando as peças, nota-se que o segundo observador selecionou fragmentos de tecidos duros a mais no interior da órbita

Os testes de normalidade da distribuição de Shapiro-Wilk demonstraram uma aderência à normalidade no teste W, com valores próximos a 1. O teste p não revelou nenhum dado que signifique distribuição não normal.

Por esse motivo, foram utilizados testes de *t-student* para avaliar a existência de diferenças entre as mensurações no sexo masculino e feminino. Considerando o intervalo de 95% de confiança ($p < 0,05$) o volume do osso zigomático demonstrou diferenças estatisticamente significantes em relação ao sexo (Tabela 2), apresentando valor de p de 0,007. O mesmo só foi observado na comparação das medidas das alturas (z) com valor de p fixado em 0,02.

Tendo em vista a existência de relação significativa um modelo de regressão logística binomial foi proposto. Consideramos dois cenários, um apenas apresentando as grandezas com diferença significativa e outro apresentando todas as medidas reunidas. Apesar da demonstrada relação estatística entre as grandezas e o sexo biológico do indivíduo, o modelo apresentou maior nível de acerto quando verificado com todas as variáveis.

O R^2_N , que afere o quanto o modelo explica a determinação do sexo nos indivíduos, demonstra um nível que se aproxima dos 60% (0,58) (tabela 3). Os resultados do teste *Omnibus* de Razão de Verossimilhança considerou uma

relação significativa entre o volume e a variável dependente apresentando um valor p de 0.016 (tabela 4).

Os gráficos de dispersão (gráfico 1) avaliaram o efeito das variáveis Volume, X, Y e Z, sobre a variável sexo. Notando-se um efeito positivo. A cada unidade que o Volume aumenta, a probabilidade de um indivíduo ser do sexo masculino aumenta em 0.3%. E para cada unidade que Z aumenta, a probabilidade de um indivíduo ser do sexo masculino aumenta em 23.1% (tabela 5).

Por meio de uma tabela estatísticas de colinearidade (tabela 6) pode ser aferida a interferência de uma variável em outras, com relação ao desfecho preditivo. Considerando o ideal a obtenção de valores próximos a 1, observa-se que as variáveis apontam uma boa relação entre as medidas, na aplicação de um modelo preditivo conjunto.

A tabela de classificação (Tabela 7) demonstra um alto índice de acerto, mesmo considerando que os testes foram feitos apenas na amostra utilizada para produzir o modelo. Todos os indivíduos do sexo feminino foram corretamente determinados, enquanto apenas 2 homens foram previstos como mulheres.

Para mensurar o desempenho de modelo do *machine learning* foi utilizado um gráfico AUC (Área sob a Curva ROC). O valor obtido de 0,920 indica um bom desempenho do modelo na classificação binária. Mostrando que o modelo é capaz de distinguir entre os sexos masculino e feminino. O valor de corte definido como 0,7 representa o ponto na curva ROC onde a sensibilidade e a especificidade do modelo são (Tabela 8).

Com isso, obtemos uma fórmula que neste modelo piloto pode servir para estimar o sexo de indivíduos pelas medidas propostas:

$$=1/(1+\text{EXP}(-(-6,986+0,002\times\text{Volume}-0,168\times X-0,322\times Y+0,20\times Z))).$$

DISCUSSÃO

Este estudo piloto demonstrou características promissoras para a aplicação da metodologia proposta para a determinação do sexo. As análises realizadas evidenciaram a altura (Z) e o volume como variáveis estatisticamente relevantes na predição do dimorfismo sexual. A altura, em particular, apresentou

um elevado poder discriminatório entre os sexos, validando achados de estudos prévios (SCHLAGER; RÜDELL, 2017).

Diversos autores convergem para a relevância da análise do crânio humano, em suas medidas e formas, como ferramenta de crucial importância na identificação de indivíduos, como afirmado por NUNES & GONÇALVES (2014).

No presente trabalho, o R^2N obtido foi de 0,588, demonstrando um nível satisfatório de explicação da variabilidade do sexo pelas variáveis métricas analisadas. Esse resultado se aproxima do valor encontrado por Ceballos et al. (2020) em seu estudo qualitativo que obteve um R^2N de 0,118.

Os testes apontam um grau de reprodutibilidade adequado, embora denote a necessidade de treinamento. A falta de correlação na largura dos modelos comparados na análise interobservador demonstra que deve haver cuidado na delimitação do osso zigomático nos modelos segmentados. Somado a esse fator, observa-se nas TCFC um registro pobre dos tecidos duros nesta região. Para evitar esse viés, foi selecionado o modelo principal com a ferramenta de seleção *Seed* a fim de deletar fragmentos soltos e outros ossos que prejudicariam as mensurações.

A principal limitação do presente estudo é o tamanho amostral. Estudos com amostras maiores apresentaram resultados similares, mostrando o osso zigomático como um marcador útil para a determinação do sexo em contextos de antropologia forense, corroborando os achados de Ceballos et al. (2020) e Teles et al. (2020). É provável que com o aumento da amostra aferida, melhor condição de generalização possa ser avaliada.

Um ponto forte do presente estudo é a utilização do dispositivo háptico. Onde o feedback tátil contribuiu para melhor seleção da estrutura desejada. Além disso, a manipulação do crânio em ambiente virtual, junto a praticidade do uso e rápida curva de aprendizado, fornece maior segurança e um manuseio mais eficiente ao operador.

Considerando as dimensões da estrutura óssea analisadas neste estudo, a hipótese de que o osso zigomático pode ser utilizado como preditor de dimorfismo sexual foi aceita. Essa confirmação se baseia no fato de que, em geral, o crânio masculino apresenta maior dimensão e massa óssea em comparação ao feminino (NUNES & GONÇALVES, 2014). Este resultado reforça

a perspectiva promissora do volume do osso zigomático como ferramenta para a identificação do sexo em contextos de antropologia forense.

Ademais, a exploração do volume dos demais ossos cranianos, além do osso zigomático, apresenta-se como uma ferramenta promissora para aprimorar a avaliação do dimorfismo sexual.

CONCLUSÃO

A análise volumétrica do osso zigomático se revela uma ferramenta promissora para a estimativa sexual em serviços de identificação humana. No entanto, estudos com amostras maiores são necessários para confirmar sua robustez e aplicabilidade em diferentes populações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR CAMPOS SILVA, M. et al. O USO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA PARA IDENTIFICAÇÃO HUMANA EM ODONTOLOGIA LEGAL – REVISÃO DE LITERATURA. **Revista Brasileira de Odontologia Legal**, v. 8, n. 1, 27 abr. 2021.

ALVES, N. et al. Sex Prediction by Analysis of the Morphological Characteristics of Macerated Skulls. **International Journal of Morphology**, v. 38, n. 4, p. 815–819, ago. 2020.

ARAI, Y. et al. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 28, n. 4, p. 245–248, 13 jun. 1999.

BIANCALANA, R. C. et al. Determinação do sexo pelo crânio: etapa fundamental para a identificação humana. **Revista Brasileira de Criminalística**, v. 4, n. 3, p. 38–43, 11 dez. 2015.

CATTANEO, C. Forensic anthropology: developments of a classical discipline in the new millennium. **Forensic Science International**, v. 165, n. 2–3, p. 185–193, jan. 2007.

FARHADIAN, M. et al. Comparison of data mining algorithms for sex determination based on mastoid process measurements using cone-beam computed tomography. **Imaging Science in Dentistry**, v. 50, n. 4, p. 323, 2020.

NUNES, F. B.; GONÇALVES, P. C. A importância da craniometria na criminalística: revisão de literatura. **Revista Brasileira de Criminalística**, v. 3, n. 1, p. 36–43, 1 ago. 2014.

SCARFE, W. C.; FARMAN, A. G. What is Cone-Beam CT and How Does it Work? **Dental Clinics of North America**, v. 52, n. 4, p. 707–730, out. 2008.

SCHLAGER, S.; RÜDELL, A. Sexual Dimorphism and Population Affinity in the Human Zygomatic Structure—Comparing Surface to Outline Data. **The Anatomical Record**, v. 300, p. null, 2017.

SOARES, A. T. C.; GUIMARÃES, M. A. DOIS ANOS DE ANTROPOLOGIA FORENSE NO CENTRO DE MEDICINA LEGAL (CEMEL) DA FACULDADE DE

MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO-USP. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v. 41, n. 1, p. 7–11, 30 mar. 2008.

TELES, H. C. C. et al. Estimativa do Sexo e Idade por Meio de Mensurações Faciais em Crânios Secos de Adultos. **Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics**, v. 9, n. 3, p. 292–307, 2020.

YAŞAR IŞCAN, M. Rise of forensic anthropology. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 31, n. S9, p. 203–229, 1988.

The jamovi project (2022). *jamovi*. (Version 2.3) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.

R Core Team (2021). *R: A Language and environment for statistical computing*. (Version 4.1) [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from MRAN snapshot 2022-01-01).

Kerby, D. S. (2014). The simple difference formula: An approach to teaching nonparametric correlation. *Comprehensive Psychology*, 3, 2165–2228.

Fox, J., & Weisberg, S. (2020). *car: Companion to Applied Regression*. [R package]. Retrieved from <https://cran.r-project.org/package=car>.

Sing, T., Sander, O., Beerenwinkel, N., & Lengauer, T. (2015). *ROCR: Visualizing the Performance of Scoring Classifiers*. [R package]. Retrieved from <https://cran.r-project.org/package=ROCR>.

Stevenson, M., et al. (2021). *epiR: Tools for the Analysis of Epidemiological Data*. [R package]. Retrieved from <https://CRAN.R-project.org/package=epiR>.

Seol, H. (2022). *seolmatrix: Correlations suite for jamovi*. [jamovi module]. Retrieved from <https://github.com/hyunsooseol/seolmatrix>.

APÊNDICE

Tabela 1. Dados Descritivos

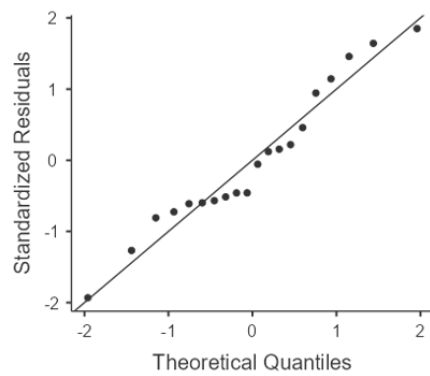
	Sexo	Volume	X	Y	Z
N	F	10	10	10	10
	M	10	10	10	10
Média	F	3257	29.1	24.4	43.3
	M	4081	28.9	24.4	46.5
Mediana	F	3088	28.9	23.9	43.1
	M	3981	27.4	24.5	47.3
Desvio padrão	F	479	2.54	2.82	3.02
	M	720	5.11	3.20	2.99
Mínimo	F	2776	25.8	21.0	39.6
	M	2932	23.0	18.0	42.8
Máximo	F	4125	33.3	30.0	47.6
	M	5181	40.9	28.9	51.5
Shapiro-Wilk W	F	0.875	0.950	0.944	0.895
	M	0.960	0.869	0.970	0.927
Shapiro-Wilk p	F	0.114	0.663	0.593	0.191
	M	0.791	0.098	0.888	0.416

Tabela 2. Teste T de amostras independentes

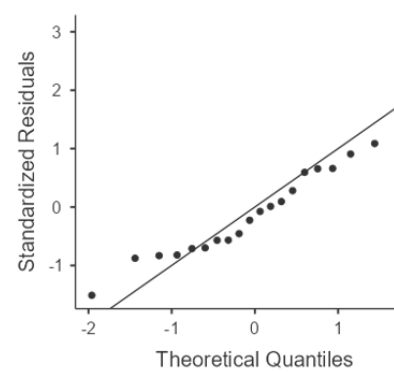
		Estadística	df	p		Tamanho do efeito
Volume	Student's t	-3.0139	18.0	0.007	Cohen's d	-1.3479
	Mann-Whitney U	16.0		0.009	Rank biserial correlation	0.6800
X	Student's t	0.0787	18.0	0.938	Cohen's d	0.0352
	Mann-Whitney U	40.0		0.481	Rank biserial correlation	0.2000
Y	Student's t	0.0475	18.0	0.963	Cohen's d	0.0212
	Mann-Whitney U	48.0		0.910	Rank biserial correlation	0.0400
Z	Student's t	-2.4358	18.0	0.025	Cohen's d	-1.0893
	Mann-Whitney U	20.0		0.023	Rank biserial correlation	0.6000

Gráfico 1 a 4. Análise das medidas de volume, largura, profundidade e altura

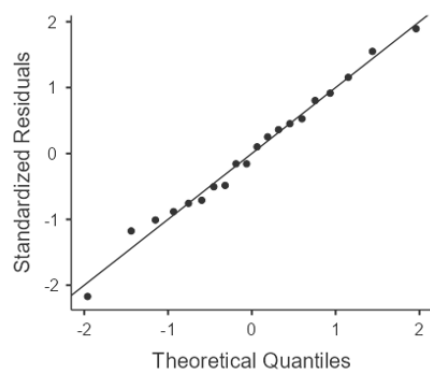
Volume



X



Y



Z

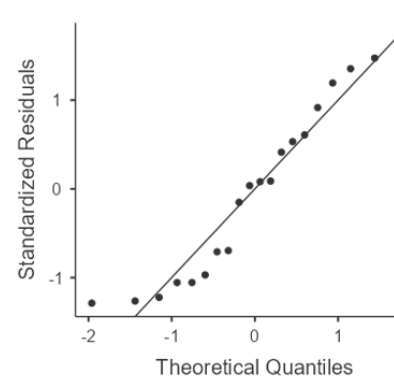


Tabela 3. Medidas de Ajuste do Modelo

Modelo	Desvio	AIC	R^2_{McF}	R^2_N
1	16.1	26.1	0.420	0.588

Tabela 4. Testes Omnibus de Razão de Verossimilhança

Preditor	χ^2	df	p
Volume	5.827	1	0.016
X	0.704	1	0.401
Y	2.213	1	0.137
Z	0.791	1	0.374

Tabela 5. Coeficientes do modelo - Sexo

Predictor	Estimate	SE	Z	p	Odds ratio
Intercepto	-6.98628	13.06189	-0.535	0.593	9.24e-4
Volume	0.00286	0.00138	2.075	0.038	1.003
X	-0.16894	0.20084	-0.841	0.400	0.845
Y	-0.32208	0.24352	-1.323	0.186	0.725
Z	0.20783	0.23630	0.880	0.379	1.231

Nota. Estimates represent the log odds of "Sex = M" vs. "Sex = F"

Tabela 6. Estatísticas de colinearidade

	VIF	Tolerância
Volume	1.39	0.720
X	1.27	0.788
Y	1.45	0.689
Z	1.06	0.942

Gráfico 05. Sensibilidade x Especificidade

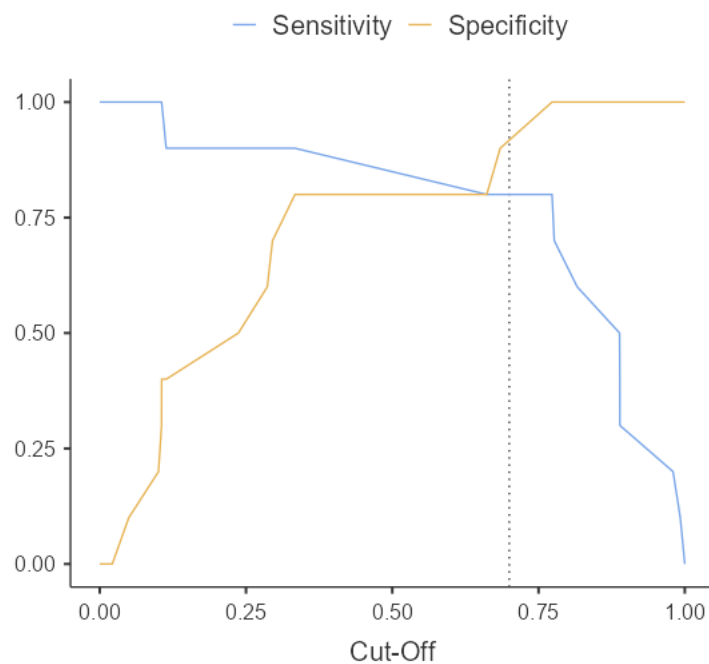


Gráfico 5 - Utilizando nota de corte de 0.7 para evitar falsos positivos., obteve-se 100% correto para mulheres e 80% para homens.

Tabela 7. Tabela de Classificação – Sexo

Observado	Previsto		% Correta
	F	M	
F	10	0	100
M	2	8	80.0

Nota. The cut-off value is set to 0.7

Tabela 7. Tabela de Classificação – Sexo

Observado	Previsto		% Correta
	F	M	

Tabela 8. Medidas Preditivas

AUC
0.920

Nota. The cut-off value is set to 0.7

Gráfico 6. Curva ROC

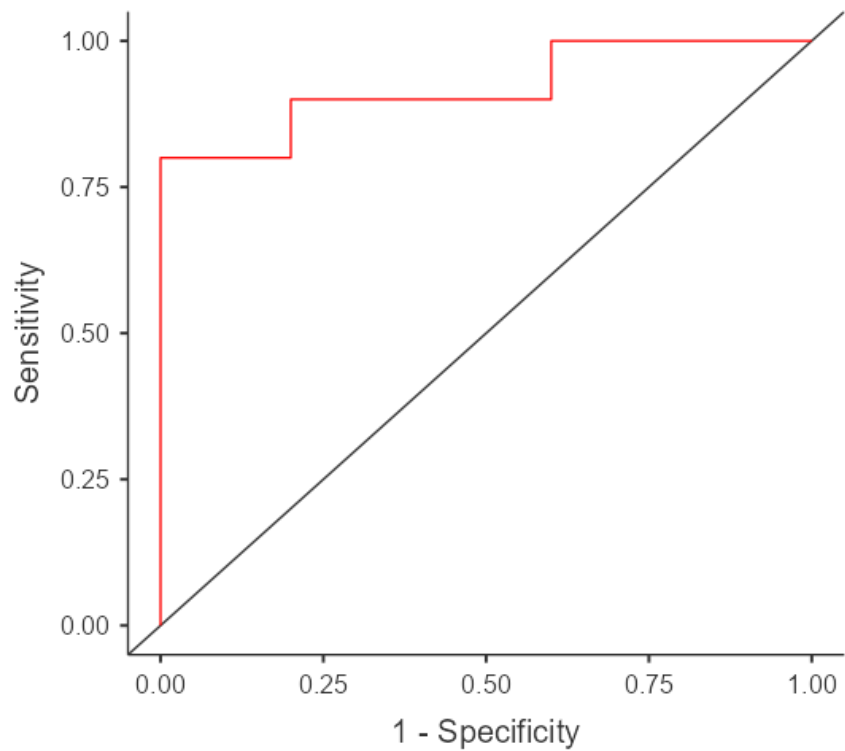


Tabela 9. Correlação entre volumes intraobservador

Concordância	95% CI	
	Lower	Upper
0.877	0.723	0.948



Figura 1: Dispositivo Háptico.

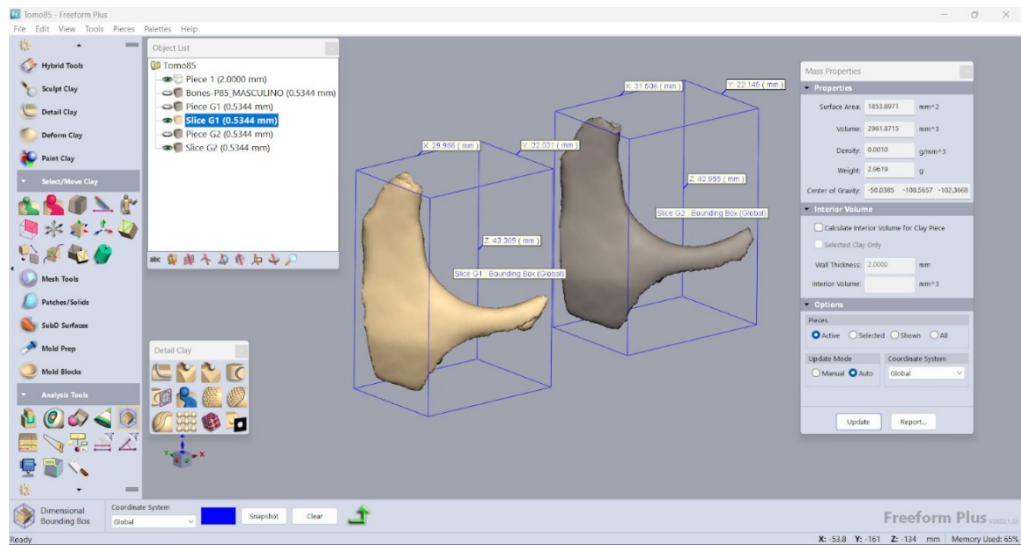


Figura 2: Área de Trabalho Inicial do programa Geomagic Freeform Plus.

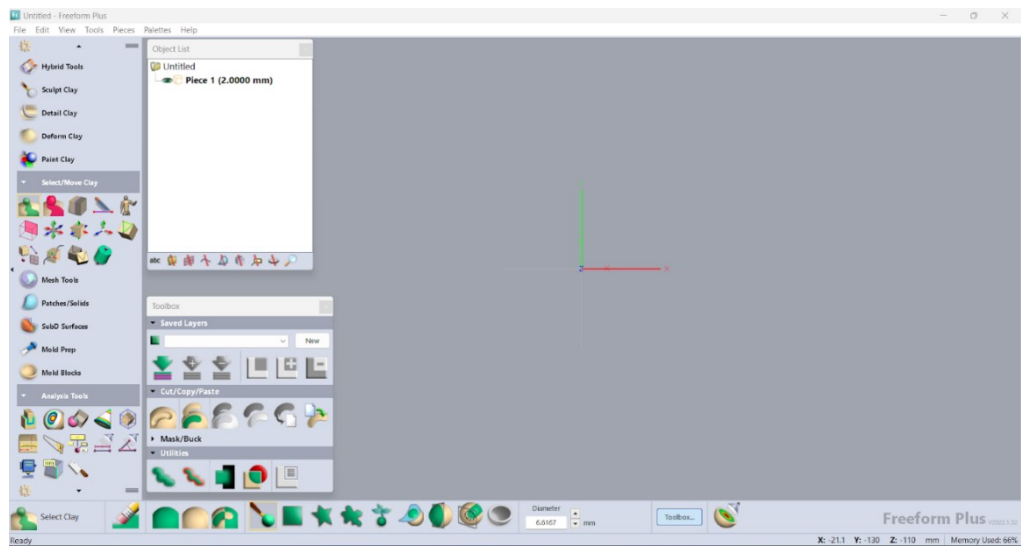


Figura 3: Área de trabalho Geomagic Freeform, mostrando dois fragmentos selecionados (exame intraobservador), suas propriedades e dimensões.