

ADRIELLY GARCIA ORTIZ

**Automação da determinação do sexo a partir de pontos anatômicos em
radiografias panorâmicas**

São Paulo

2021

ADRIELLY GARCIA ORTIZ

Automação da determinação do sexo a partir de pontos anatômicos em radiografias panorâmicas

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 Doutora em Ciências.

Área de concentração: Odontologia Forense e Saúde Coletiva.

Orientador: Prof. Dr. Edgard Michel Crosato

São Paulo

2021

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

Ortiz, Adrielly Garcia.

Automação da determinação do sexo a partir de pontos anatômicos em radiografias panorâmicas / Adrielly Garcia Ortiz; orientador Edgard Michel Crosato -- São Paulo, 2021.

65 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. Odontologia forense. 3. Determinação do sexo. 4. Aprendizado computacional. I. Crosato, Edgard Michel. II. Título.

Ortiz AG. Automação da determinação do sexo a partir de pontos anatômicos em radiografias panorâmicas. Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Aprovado em: 20 / 01 /2022

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). Thais Aparecida Xavier

Instituição: PCPR _____ Julgamento: Aprovada

Prof(a). Dr(a). Paulo Eduardo Miamoto Dias

Instituição: PCSC _____ Julgamento: Aprovada

Prof(a). Dr(a). Geraldo Elias Miranda

Instituição: PCMG _____ Julgamento: Aprovada

A Deus,

Que conduziu e iluminou meu caminho nessa jornada.

À minha família,

Meus pais Luiz Henrique e Elizabeth pelo maior amor do mundo, por toda dedicação. Vocês

são meus exemplos e inspiração. Todo meu amor!

Minhas irmãs Danielly e Beatriz, pela amizade e parceria mais sincera. Amo vocês!

Meu namorado, Rafael que deu novo sentido à palavra amor e parceria!

AGRADECIMENTOS

À Universidade de São Paulo pelo excelente ambiente que me possibilitou um ótimo aprendizado.

Ao meu orientador Edgard Michel-Crosato, que sabe, divide o que sabe, torce, incentiva e remove os obstáculos com leveza. Foi uma caminhada de respeito e aprendizado que com certeza não se encerrará com a tese de Doutorado. Agradeço a Deus todos os dias pela sorte de tê-lo em minha vida. Obrigada por tudo!!

Às queridas Sônia e Andreia, sempre com paciência e prontamente dispostas a me ajudar em todas as etapas.

Ao Serviço de Biblioteca da Faculdade de Odontologia de São Paulo, personificada pela Glauci Elaine Damasio Fidelis, sempre muito querida, disposta e que com um sorriso no rosto faz tudo parecer fácil e que vai dar certo, sua foto de perfil me inspirou!

Ao amigo Gustavo, que com muita paciência me ensinou um pouco de estatística, um pouco de formatação e muito sobre generosidade. Essa amizade e parceria são preciosas.

Aos amigos que essa jornada me deu: Amanda, Gabriela, Nayara, Paola, Denise, Camila, Carol e Ezequiel, que tive a oportunidade de conviver no mestrado e que mesmo em meio à pandemia permaneceram comigo, mesmo que à distância. Amigos para toda a vida.

Ao Rafa, que na reta final esteve me apoiando, incentivando e que com seu carinho, amor e cuidado deixou tudo mais leve.

Às minhas irmãs Dani e Bia, as minhas melhores amigas. Eu sou uma pessoa melhor por causa de vocês. Aprender a dividir a vida e respeitar as diferenças com tanto amor é o atalho para evolução.

Aos meus pais, que sempre acreditaram na minha capacidade, incentivaram todas as minhas decisões e deram toda a estrutura para que eu pudesse seguir meu sonho. Essa conquista é de vocês. Meu maior amor do mundo e toda minha gratidão.

“Eu não procuro saber as respostas, procuro compreender as perguntas.”

Confúcio

RESUMO

Ortiz AG. Automação da determinação do sexo a partir de pontos anatômicos em radiografias panorâmicas [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2021. Versão Corrigida.

Introdução: A automação da determinação do sexo em radiografias panorâmicas pode auxiliar na prática pericial, tornando as rotinas mais fáceis de serem aplicadas nos exames realizados pelos odontologistas. **Objetivo:** Criar algoritmos que realizem a automação da determinação do sexo através de pontos anatômicos visíveis em radiografias panorâmicas e também verifique a reprodutibilidade das medidas mensuradas com intuito de propor método de identificação pessoal. **Método:** Foi realizado um estudo em duas etapas. Na primeira, para verificar a confiabilidade do método, foram selecionadas 25 radiografias, foram calculados o coeficiente intra-classe (ICC), e a técnica estatística de Bland-Altman. Na segunda etapa, para criar o algoritmos utilizando Machine Learning foram utilizadas 200 radiografias, de serviço radiológico privado, sendo 100 do sexo feminino e 100 do sexo masculino. Foram analisadas 4 medidas lineares, que serviram de base para as análises que foram mensuradas em pixel. Foram verificadas a adesão dos dados à curva de normalidade foi testada utilizando o teste estatístico de Shapiro-Francia. Para a realização da automação foi utilizado o algoritmo e para verificar a acurácia do método foi utilizada a regressão logística. Foi utilizado o R studio, o R, Orange e Medcalc. **Resultados:** O ICC foi acima de 0.90 para todas as medidas. Na análise de Bland-Altman, as medidas estavam dentro dos intervalos de confiança fixados. Em relação à predição do sexo, as variáveis que apresentaram diferenças estatísticas foram as medidas 5, 6, 7, 8, para o sexo feminino o acerto foi de 70,4%, já para o sexo masculino a predição foi de 69,6%, utilizando o algoritmo da regressão logística. A curva ROC do algoritmo de regressão logística e o valor encontrado foi de 0,460. **Conclusões:** A estimativa de sexo automatizada pode ser realizada por pontos anatômicos visíveis em radiografias panorâmicas e pode ser um bom método auxiliar de identificação em desastres em massa.

Palavras-chave: Antropologia Forense. Odontologia Forense. Determinação do Sexo. Aprendizado de Máquinas.

ABSTRACT

Ortiz AG. Automation of sex determination from anatomical points on panoramic radiographs. [Thesis]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2021. Versão Corrigida.

Introduction: The automation of sex determination in panoramic radiographs can help in the forensic practice, making the routines easier to be applied in the exams performed by dentists. **Objective:** Create algorithms that perform the automation of sex determination through visible anatomical points on panoramic radiographs and also verify the reproducibility of measured measurements. proposes methods of personal identification. **Method:** A two-step study was carried out. In the first, to verify the reliability of the method, 25 radiographs were selected, the intra-class coefficient (ICC) and the Bland-Altman statistical technique were calculated. In the second stage, to create the algorithms using Machine Learning, 200 radiographs from the private radiological service were used, 100 females and 100 males. Four linear measurements were analyzed, which served as the basis for the analyzes that were measured in pixel. Data adherence to the normality curve was verified using the Shapiro-Francia statistical test. To perform the automation, the algorithm was used and to verify the accuracy of the method, logistic regression was used. R studio, R, Orange and Medcalc were used. **Results:** The ICC was above 0.90 for all measurements. In the Bland-Altman analysis, the measurements were within the fixed confidence intervals. Regarding the prediction of sex, the variables that showed statistical differences were measures 5, 6, 7, 8. For females, the correct answer was 70.4%, while for males, the prediction was 69.6%, using the logistic regression algorithm. The ROC curve of the logistic regression algorithm and the value found was 0.460. **Conclusions:** Automated sex estimation can be performed by visible anatomical landmarks on panoramic radiographs and can be a good auxiliary method of identification in mass disasters.

Keywords: Forensic Anthropology. Forensic Dentistry. Determination of Sex. Machine Learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 - Medidas lineares e angulares marcadas nas radiografias panorâmicas	32
Quadro 2.1- Descrição das medidas utilizadas	32
Figura 2.2- Diagrama de Bland-Altman para a confiabilidade inter-examinador da variável m5	35
Figura 2.3 – Diagrama de Bland-Altman para a confiabilidade inter examinador da variável m6	36
Figura 2.4 – Diagrama de Bland-Altman para a confiabilidade inter examinador da variável m7	37
Figura 2.5 – Diagrama de Bland-Altman para a confiabilidade inter examinador da variável m8-	38
Figura 2.6 – Diagrama de Bland-Altman para a confiabilidade intra-examinador da variável m5	39
Figura 2.7 – Diagrama de Bland-Altman para a confiabilidade intra-examinador da variável m6	40
Figura 2.8 – Diagrama de Bland-Altman para a confiabilidade intra-examinador da variável m7	41
Figura 2.9 - Diagrama de Bland-Altman para a confiabilidade intra-examinador da variável m8	42

Figura 3.1 - Medidas Lineares marcadas nas radiografias panorâmicas	45
Quadro 3.1 - Descrição das medidas utilizadas.....	45
Figura 3.2 - Etapas da criação da automação da determinação do sexo	46
Figura 3.3 - Curva ROC da Regressão Logística para automação da determinação por sexo em radiografias panorâmicas.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1-	Medidas descritivas das variáveis m5, m6, m7 m8, segundo examinador e tempo.....	34
Tabela 2.2-	Coeficiente intra-classe da confiabilidade inter-examinador das variáveis m5, m6, m7 m8.....	34
Tabela 2.3-	Coeficiente intra-classe da confiabilidade intra-examinador das variáveis m5, m6, m7 m8.....	38
Tabela 3.1-	Distribuição das radiografias panorâmicas de acordo com o sexo e adesão a curva de normalidade.....	48
Tabela 3.2.	Acurácia dos algoritmos para automação da determinação por sexo em radiografias panorâmicas.....	48
Tabela 3.3	Erros e acertos da regressão logística para automação da determinação por sexo em radiografias panorâmicas	49
Tabela 3.4	Probabilidade da determinação por sexo em radiografias panorâmicas	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AM	<i>Ante Mortem</i>
AMD	Ângulo mandibular
BMD	Base da Mandíbula
C	Côndilo
Co	Processo Coronóide
CV	Coefficiente de Variação
D	Direito
E	Esquerdo
FM	Forame Mental
FOUSP	Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo
Go	Gônio
ICC	Coefficiente Intra-classe
M	Medida
Me	Mento
N	Número
PM	<i>Post Mortem</i>
PSM	Plano Sagital Mediano
X	Ponto de Intersecção Mento e plano sagital mediano

APRESENTAÇÃO

A pesquisa de Tese de Doutorado, apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, área de concentração em Odontologia Forense e Saúde Coletiva, apresenta temática principal: Automação da determinação do sexo a partir de pontos anatômicos em radiografias panorâmicas. O manuscrito foi estruturado em capítulos independentes, mas relacionados entre si.

No primeiro capítulo é apresentada uma breve introdução sobre o tema: determinação de sexo em radiografias panorâmicas.

No segundo capítulo é apresentada a temática: Confiabilidade das medidas mensuradas utilizando radiografias panorâmicas para automação da determinação do sexo.

No terceiro capítulo é apresentada a temática: Acurácia da automação na determinação do sexo a partir de pontos anatômicos em radiografias panorâmicas, utilizando técnicas de *Machine Learning*.

No quarto capítulo são apresentadas as considerações finais de todos os capítulos apresentados.

SUMÁRIO

1	CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	25
1.1	Introdução	25
1.2	Referências	27
2	CAPÍTULO II – CONFIABILIDADE DAS MEDIDAS MENSURADAS UTILIZANDO RADIOGRAFIAS PANIRÂMICAS PARA AUTOMAÇÃO DA DETERMINAÇÃO DO SEXO	29
2.1	Introdução	29
2.2	Método	30
2.3	Resultados	33
2.4	Discussão.....	42
2.5	Conclusão	43
2.6	Colaboradores do estudo.....	43
2.7	Referências	44
3	CAPÍTULO III – ACURÁCIA DA AUTOMAÇÃO NA DETERMINAÇÃO DO SEXO A PARTIR DE PONTOS ANATÔMICOS EM RADIOGRAFIAS PANORÂMICAS, UTILIZANDO TÉCNICAS DE MACHINE LEARNING	47
3.1	Introdução	47
3.2	Método	48
3.3	Resultados	52
3.4	Discussão.....	54
3.5	Conclusão	55
3.6	Colaboradores do estudo.....	55
3.7	Referências	56
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
	ANEXOS	61

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1.1 Introdução

Identidade é o conjunto de características individualizadoras que tornam cada pessoa ou coisa única dentre as demais e está ligada ao critério biológico de unicidade¹.

O processo de identificação humana é desafiador ainda nos tempos atuais, pela relevância e por questões técnicas como a disponibilidade de informações que possam ser utilizadas para esse fim².

A Odontologia Legal é essencial no que tange ao processo de identificação humana, pois além de ser um método primário de identificação é capaz de contribuir nas determinações de sexo, estatura, ancestralidade e idade por meio de técnicas reconhecidas pelo êxito e o grande número de informações disponíveis em um prontuário odontológico^{3,4}. Dentre os registros disponíveis, dos mais valiosos são os exames de imagem, que são corriqueiros em diversos tratamentos odontológicos e propiciam comparações entre o indivíduo vivo com a situação *post mortem* (PM)⁵.

Em casos de desastre em massa, os exames de radiografias panorâmicas são comumente utilizados como forma de obter informações *ante mortem* (AM) por abrangerem não apenas os dentes e tratamentos dentários, mas porque mostram inúmeras regiões anatômicas que podem servir para o propósito de identificação^{2,3}.

Os avanços das tecnologias digitais em radiografias médicas e odontológicas favorece ainda mais a aplicação dos exames de imagem em Odontologia para fins forenses de atribuição de identidade⁴, facilitando não apenas o momento do exame, mas também a análise das imagens de forma digital, o que permite que diversos recursos sejam utilizados no estudo das imagens radiográficas como a obtenção de medidas e uso das estruturas anatômicas visíveis. Mais uma facilidade é o banco de dados digital, que facilita a manutenção das informações e transferência de imagens^{5,6}.

Em contexto de desastre em massa, que é definido por uma situação que excede a capacidade de resposta e recuperação de determinado local e que afeta uma população, existe uma grande demanda de gerenciamento da situação logística e das numerosas vítimas fatais⁷. Em muitos desses eventos os corpos encontram-se em estados que impossibilitam qualquer forma de reconhecimento e até mesmo identificação por impressões digitais, o que exige equipes aptas a realizar os processos de identificação odontológica e por DNA⁸.

A determinação do sexo é uma das etapas para traçar o perfil biológico dos remanescentes humanos em Antropologia Forense e o crânio fornece importantes informações para este fim, superado apenas pela pelve que é a estrutura óssea com maior dimorfismo sexual⁹.

Como em tudo, atualmente o processo de identificação pede celeridade na obtenção de resultados^{10,11}, há grande pressão sobre os peritos e os órgãos responsáveis ao passo que equívocos não são admitidos. O que agrega ainda mais valor às técnicas inovadoras que automatizam a busca pela identidade, principalmente em contexto envolvendo múltiplas vítimas^{12,13}.

REFERÊNCIAS¹

1. Ortiz AG, Costa C, Silva RHA, Biazevic MGH, Michel-Crosato E. Sex estimation: Anatomical references on panoramic radiographs using Machine Learning. *Forensic Imaging*. 2020 (20): 200356.
2. Ortiz AG, Soares GH, da Rosa GC, Biazevic MGH, Michel-Crosato E. A pilot study of an automated personal identification process: Applying machine learning to panoramic radiographs. *Imaging Sci Dent*. 2021 Jun;51(2):187-193. doi: 10.5624/isd.20200324. Epub 2021 May 6. PMID: 34235064; PMCID: PMC8219452.
3. Carvalho SPM, Silva RHAD, Lopes-Júnior C, Peres AS. A utilização de imagens na identificação humana em odontologia legal. *Radiologia Brasileira*, 2009 (42), 125-130.
4. Terada ASSD, Leite NLP, Silveira TCP, Secchieri JM, Guimarães MA, Silva, RD. Identificação humana em odontologia legal por meio de registro fotográfico de sorriso: relato de caso. *Rev Odontol UNESP*, 2011 40(4), 199-202.
5. Gioster-Ramos ML, Silva ECA, Nascimento CR, Fernandes CMF, Serra MC. (2021). Técnicas de identificação humana em Odontologia Legal. *Research, Society and Development*, 2021Set; 10 (3), e20310313200-e20310313200.
6. Ortiz AG, Oliveira MI, Villalobos B, Machado CEP, Santos CO, da Silva RHA. Técnicas radiográficas intrabuciais em Odontologia Legal e aplicabilidade pericial em corpos esqueletizados. *Revista de Criminologia e Ciências Penitenciárias*. 2014, 4(3).
7. Baldasso RP, Ortiz AG, da Rosa GC, Soares GH, Crosato EM, de Oliveira RN. The Role of the Humanitarian Logistics in the Kiss Nightclub Case. *Journal of Service Science and Management* 201912(7), 859-871.

¹ De acordo com o Estilo Vancouver.

8. Terada AS, Silva LA, Galo R, Azevedo Ad, Gerlach RF, Silva RH. The use of a DNA stabilizer in human dental tissues stored under different temperature conditions and time intervals. *J Appl Oral Sci.* 2014 Jul-Aug;22(4):331-5. doi: 10.1590/1678-775720130683. PMID: 25141206; PMCID: PMC4126830.
9. Biancalana RC, Ortiz AG, de Araujo LG, Semprini M, da Silva RHA, Galo R. Determinação do sexo pelo crânio: etapa fundamental para a identificação humana. *Revista Brasileira de Criminalística* 2015, 4(3), 38-43.
10. Matsuda S, Yoshida H, Ebata K, Shimada I, Yoshimura H. Forensic odontology with digital technologies: A systematic review. *J Forensic Leg Med.* 2020 Aug; 74:102004. doi: 10.1016/j.jflm.2020.102004. Epub 2020 Jul 1. PMID: 32658766.
11. Zakirulla M, Meer A. Modern tools in forensic dentistry. *International Journal of Contemporary Dentistry* 2011 2(3).
12. Kameyama AS, Moia VHG, Henriques MAA. Aperfeiçoamento da ferramenta sdhash para identificação de artefatos similares em investigações forenses. In *Anais Estendidos do XVIII Simpósio Brasileiro de Segurança da Informação e de Sistemas Computacionais 2018*, Oct. 223-232.
13. Araujo LLG, Biancalana RC, Terada ASSD, Paranhos LR, Machado CEP, da Silva RHA. A identificação humana de vítimas de desastres em massa: a importância e o papel da Odontologia Legal. *Revista da Faculdade de Odontologia-UPF*, 2013.18(2).

2 CAPÍTULO II – CONFIABILIDADE DAS MEDIDAS MENSURADAS UTILIZANDO RADIOGRAFIAS PANORÂMICAS PARA AUTOMAÇÃO DA DETERMINAÇÃO DO SEXO.

2.1 Introdução

A antropologia forense aplicada à odontologia, no cenário prático, apresenta como objetivo principal, tentar estabelecer através da análise de estrutura ósseas, a determinação do sexo, a estimativa da idade, da ancestralidade, da estatura e outros fatores importantes no dia a dia pericial. Atualmente a antropologia forense é uma ferramenta poderosa na realização da identificação primária e secundária, principalmente em desastre em massa, cada vez mais comum em nossa sociedade¹.

No processo de identificação secundária, a avaliação do sexo muitas vezes é utilizada como um primeiro elemento para contribuir para com o processo de identificação de um indivíduo^{2,3}.

Dois principais requisitos de um teste de diagnóstico são a reprodutibilidade e a validade. Reprodutibilidade, ou confiabilidade, se refere à propriedade do método de repetir resultados semelhantes com diferentes examinadores (reprodutibilidade interexaminador) realizando o teste no mesmo paciente, ou ainda do mesmo examinador repetir os mesmos resultados em ocasiões diferentes (reprodutibilidade intra examinador). Já a validade (ou acurácia) se refere à capacidade do método de medir o que realmente ele se propõe a medir⁴.

A reprodutibilidade pode ser definida como o grau de consistência ou de concordância dos resultados quando a medição ou o exame se repete, em condições idênticas.

Quando a mensuração das variáveis de estudo é quantitativa, o coeficiente de correlação intra classe (ICC) é o substituto da estatística Kappa, seu valor varia de 0 a 1. O cálculo é baseado na variação entre as unidades e a variação da totalidade da amostra. Populações com alta variabilidade tendem a superestimar o indicador, portanto não é o indicador de maior escolha atualmente⁴.

Uma alternativa muito utilizada é a estatística Bland & Altman, 1996 e 1999^{5,6}. Essa ferramenta gráfica, é um método para comparar duas técnicas de medição. Nesta abordagem, as diferenças entre as duas técnicas são apresentadas em relação às médias das duas técnicas. Como alternativa, as diferenças podem ser realizadas em relação a um dos dois métodos, se esse método for um método de referência. As linhas horizontais são desenhadas na diferença média e nos limites da concordância, que são definidos como a diferença média mais e menos 1,96 vezes o desvio padrão das diferenças. Também é possível utilizar medidas duplicadas ou múltiplas por assunto para cada método, utilizando o Bland-Altman para várias repetições^{4,5,6}.

A utilização de técnicas de ciências de dados pode ser utilizada para a predição do sexo. Conceitos como de *Big Data*, *Machine Learning*, *Data Mining*, estão sendo usados nas práticas forenses^{7,8}. Alguns trabalhos apresentam os melhores algoritmos para a predição do sexo^{9,10}.

Metadados, que são dados sobre outros dados, são importantes na utilização de imagem para a determinação do sexo¹¹. A escolha de dados que vem acompanhado das imagens, é um fator importante para a criação de algoritmos para a automação desse processo^{12,13}.

Nesse contexto o objetivo desse estudo é verificar a confiabilidade das medidas (metadados) mensuradas utilizando radiografias panorâmicas para automação da determinação do sexo.

2.2 Método

Tipo do estudo:

Estudo transversal utilizando radiografias panorâmicas para verificar a confiabilidade do método proposto.

População do estudo:

Para o presente estudo foram utilizadas 100 radiografias panorâmicas selecionadas aleatoriamente de acervo particular (ANEXO B), sendo 50 exames de pacientes do sexo feminino e 50 pacientes do sexo masculino.

Para a verificação do acerto do método em relação à precisão foram utilizadas 25 radiografias panorâmicas. Para análise foram mensurados 100 exames, 50 exames do sexo feminino e 50 do sexo masculino divididos em 4 grupos, ex1, ex2, t1 e t2.

Processo de calibração dos examinadores:

Dois examinadores passaram por um treinamento e processo de calibração, para a mensuração das medidas e dos índices. Foram calculados o coeficiente intraclasse (ICC); o Coeficiente de Variação e a estatística Bland-Altman.

Variáveis de estudo:

Para a definição do treinamento dos algoritmos utilizados na automação das medidas em pixels realizadas com o programa ImageJ em radiografias panorâmicas, foram utilizadas 4 das 13 medidas lineares e angulares na mandíbula dos pacientes Figura 2.1 e Tabela 2.1, que serviram de base para as análises seguindo a Metodologia de Ortiz et al., 2020¹⁴. As medidas foram mensuradas em pixel. Para a realização das medidas foram utilizados pontos de referência: côndilos direito e esquerdo; base de mandíbula; processos coronóides; forames mentuais; gônio; ângulo de mandíbula; mento e foi traçada a linha mediana.

Para iniciar as análises de dados foi testada a adesão dos dados à curva de normalidade utilizando o teste estatístico de Shapiro-Francia. Para a primeira parte das análises todas as variáveis foram consideradas não normais. Para verificar a diferença das medidas para o sexo masculino e feminino foi realizado o teste de Mann-Whitney.

Foi necessário padronizar as variáveis, para isso os valores iniciais foram divididos por 100.

Foram calculados o coeficiente intraclassa (ICC); o Coeficiente de Variação e a estatística Bland-Altman. Os softwares utilizados no estudo foi o Medcalc. O nível de significância foi de 5%.

Considerações éticas:

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da FOUSP e foi aprovado (Parecer 79354517000000075) (ANEXO A).

2.3 Resultados

Foram selecionadas aleatoriamente 50 radiografias panorâmicas do sexo feminino e 50 do sexo masculino, nas quais foram mensuradas 4 medidas lineares e foram verificadas concordância intra e inter examinadores. Para cada grupo, foram utilizadas 25 radiografias.

A tabela 2.1 apresenta as medidas descritivas e de adesão a curva de normalidade das variáveis m5, m6, m7 e m8, segundo examinador 1, examinador 2, tempo 1 e tempo 2.

Tabela 2.1 – Medidas descritivas das variáveis m5, m6, m7 m8, segundo examinador e tempo. São Paulo. 2021

	N	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio P.	Normal Distr.
m5_ex1	25	1,780	3,320	2,144	1,970	0,4820	<0,0001
m5_ex2	25	1,770	3,340	2,133	1,940	0,4786	<0,0001
m5_t1	25	1,740	3,180	2,137	2,000	0,4346	<0,0001
m5_t2	25	1,730	3,180	2,123	1,940	0,4309	<0,0001
m6_ex1	25	0,740	2,990	1,984	1,940	0,4198	0,0002
m6_ex2	25	0,700	2,920	1,966	1,900	0,4164	0,0001
m6_t1	25	1,800	3,370	2,096	1,940	0,4190	<0,0001
m6_t2	25	1,740	3,360	2,064	1,910	0,4288	<0,0001
m7_ex1	25	0,560	1,140	0,738	0,680	0,1612	0,0001
m7_ex2	25	0,580	1,090	0,719	0,660	0,1492	<0,0001
m7_t1	25	0,590	1,060	0,729	0,690	0,1393	0,0001
m7_t2	25	0,550	1,040	0,712	0,690	0,1291	0,0008
m8_ex1	25	0,260	0,990	0,696	0,680	0,1363	0,0190
m8_ex2	25	0,250	1,010	0,677	0,640	0,1384	0,0027
m8_t1	25	0,550	1,070	0,710	0,680	0,1315	0,0004
m8_t2	25	0,540	1,070	0,701	0,680	0,1283	0,0001

Fonte: A autora.

Para verificar a confiabilidade interexaminador foi primeiramente utilizado o coeficiente intraclassa, a tabela 2.2 apresenta os dados e os resultados demonstram bom índice de confiabilidade interexaminador.

Tabela 2.2 – Coeficiente intraclassa da confiabilidade interexaminador das variáveis m5, m6, m7 m8. São Paulo. 2021

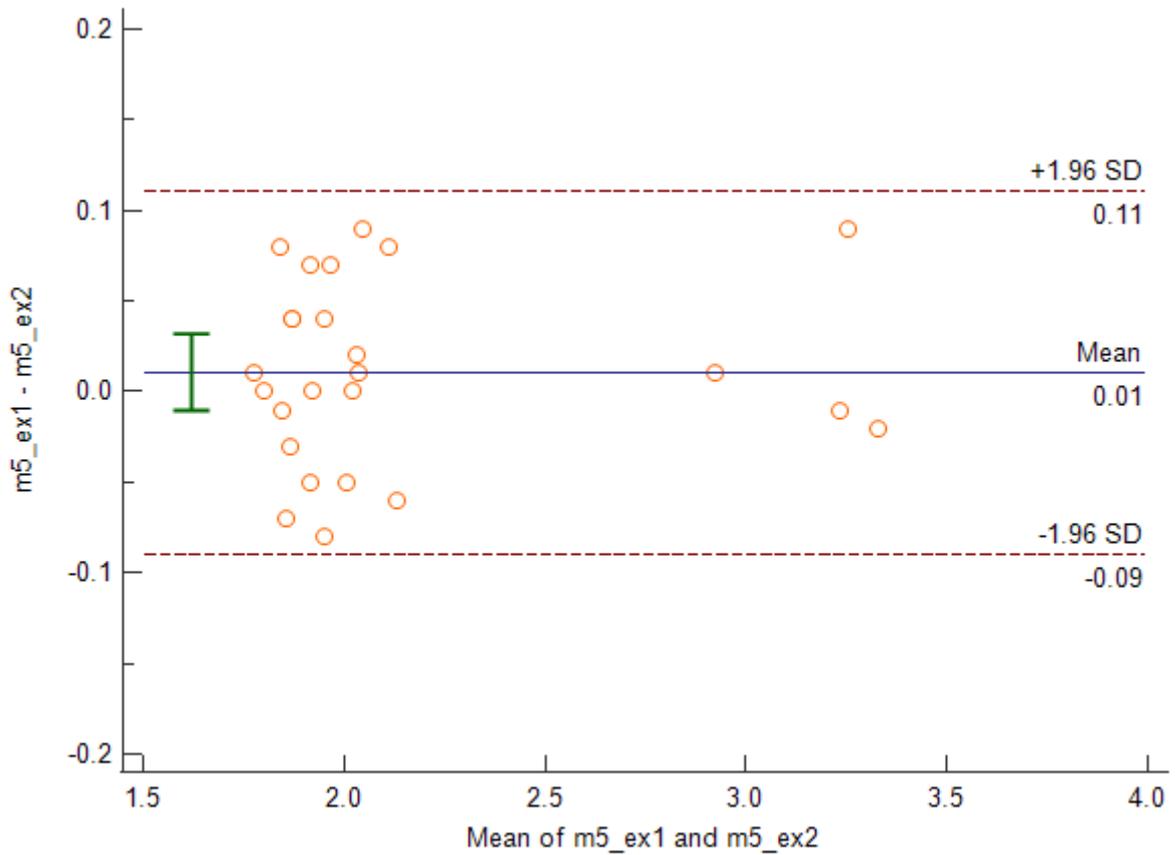
	N	ICC	IC(95%)
m5_ex1Xex2	50	0,994	0,987-0,997
M6_ex1Xex2	50	0,990	0,979-0,995
M7_ex1Xex2	50	0,965	0,924-0,984
M8_ex1Xex2	50	0,954	0,900-0,979

Fonte: A autora.

O segundo passo foi verificar a estatística de Bland-Altman para verificar a distribuição dos dados interexaminador.

A Figura 2.2 apresenta o diagrama de Bland-Altman para a confiabilidade interexaminador da variável m5. A média aritmética verificada foi de 0.017 apresentando bons resultados.

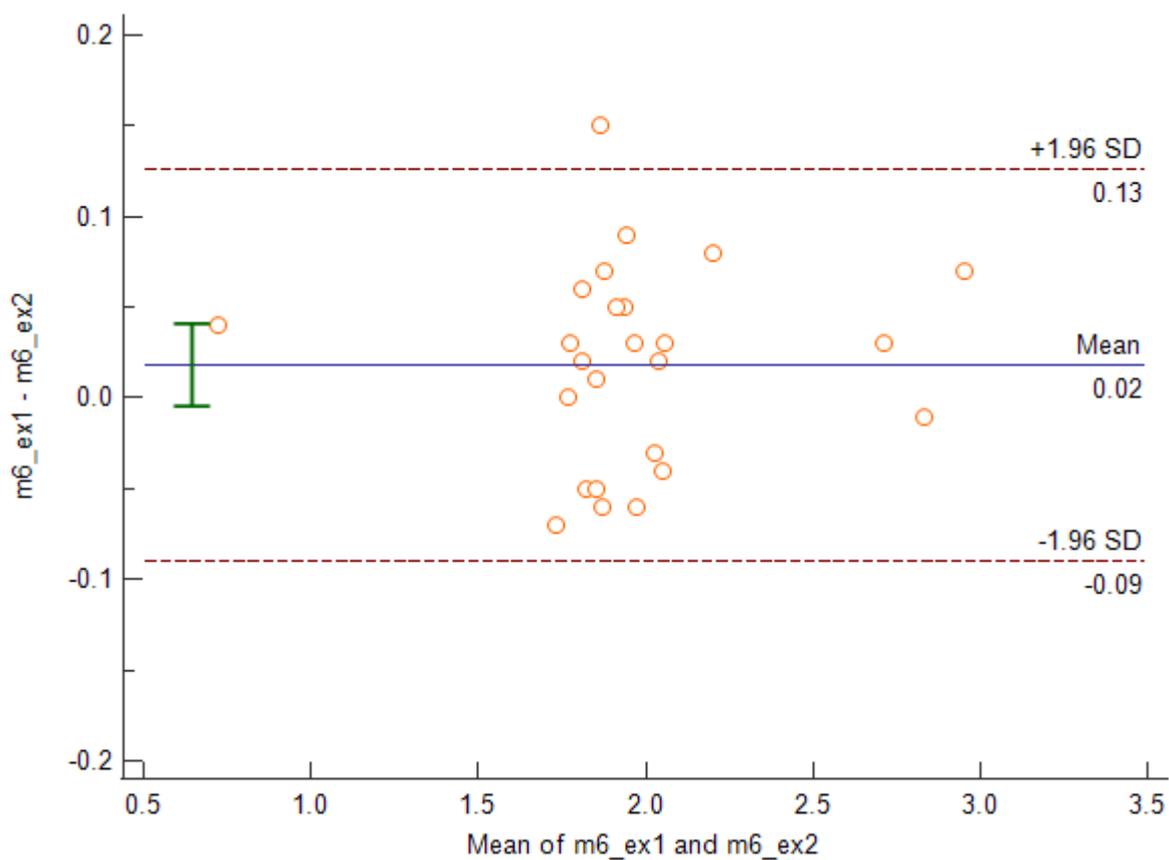
Figura 2.2 – Diagrama de Bland-Altman para a confiabilidade interexaminador da variável m5. São Paulo. 2021



Fonte: A autora.

A Figura 2.2 apresenta o diagrama de Bland-Altman para a confiabilidade inter examinador da variável m5. A média aritmética verificada foi de 0.017 apresentando bons resultados.

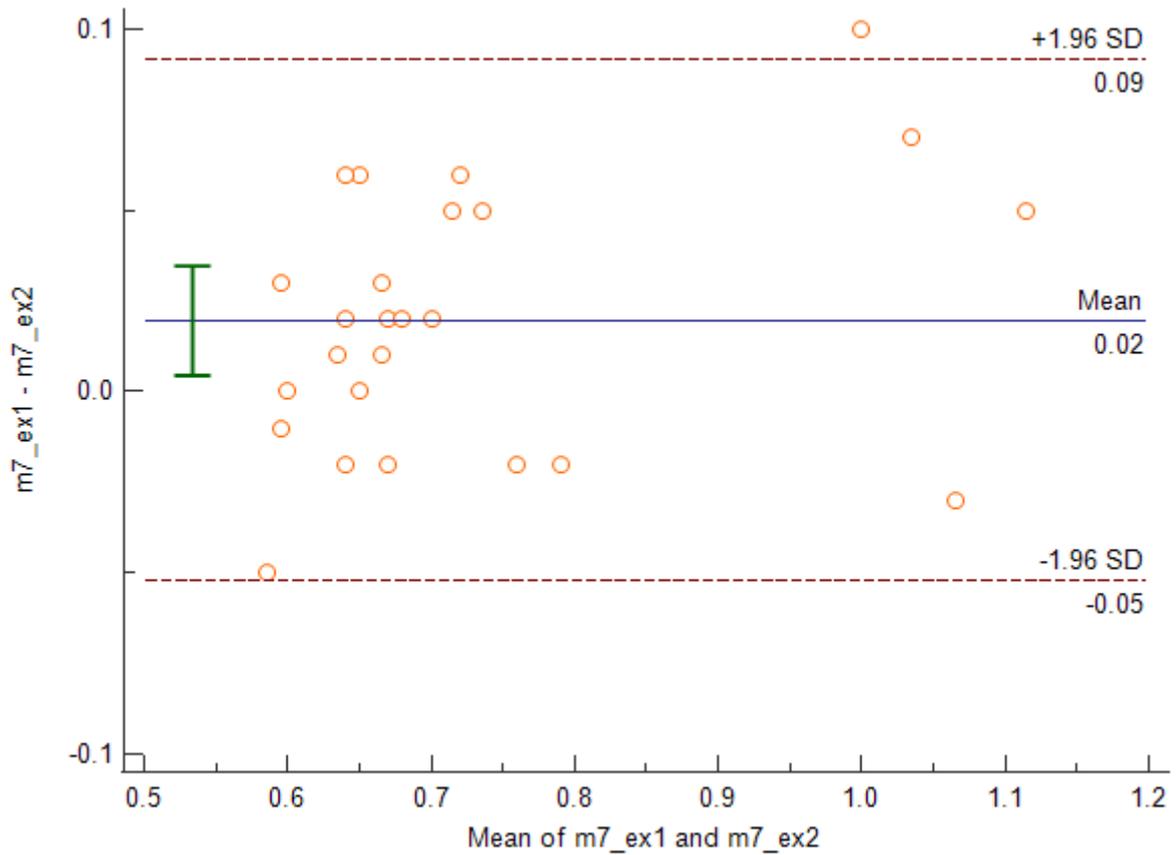
Figura 2.3 – Diagrama de Bland-Altman para a confiabilidade interexaminador da variável m6. São Paulo. 2021



Fonte: A autora.

A Figura 2.3 apresenta o diagrama de Bland-Altman para a confiabilidade interexaminador da variável m6. A média aritmética verificada foi de 0.018 apresentando bons resultados.

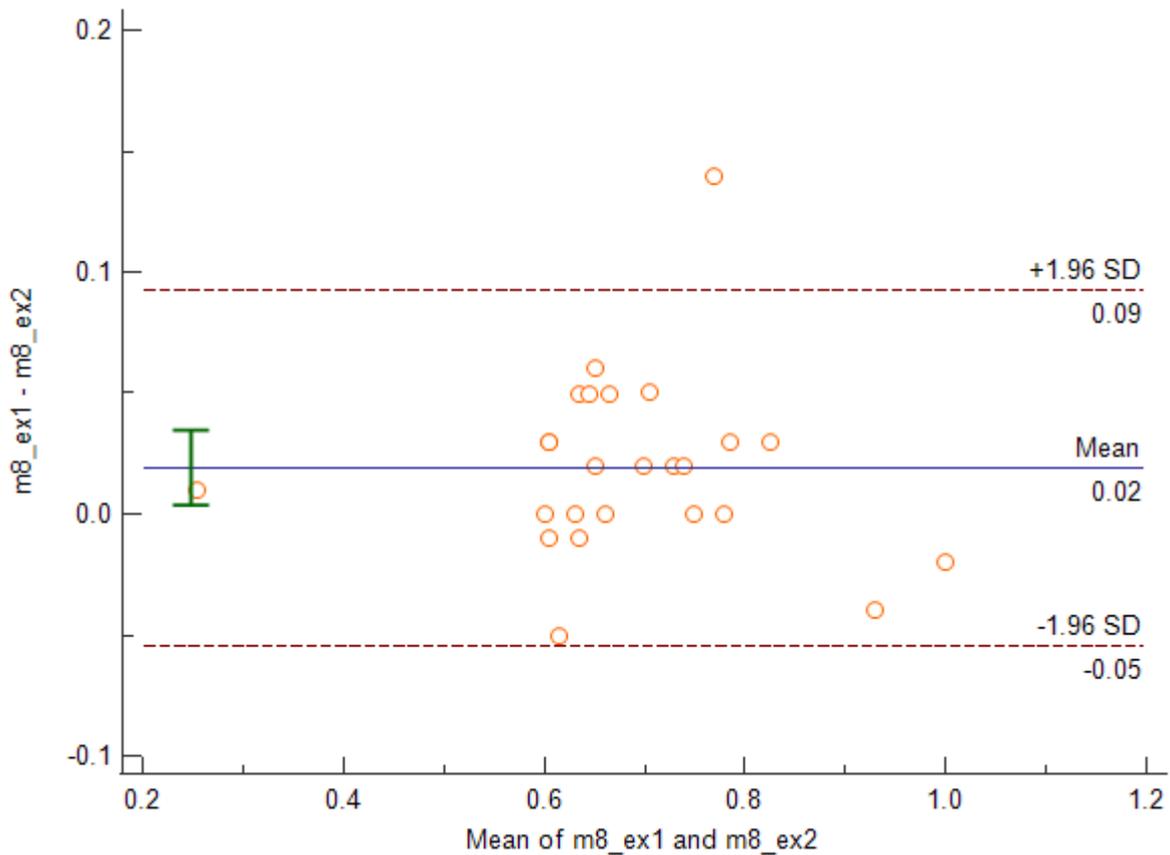
Figura 2.4 – Diagrama de Bland-Altman para a confiabilidade interexaminador da variável m7



Fonte: A autora.

A Figura 2.4 apresenta o diagrama de Bland-Altman para a confiabilidade inter examinador da variável m7. A média aritmética verificada foi de 0.020 apresentando bons resultados.

Figura 2.5 – Diagrama de Bland-Altman para a confiabilidade interexaminador da variável m8. São Paulo. 2021



Fonte: A autora.

A Figura 2.5 apresenta o diagrama de Bland-Altman para a confiabilidade interexaminador da variável m8. A média aritmética verificada foi de 0.018 apresentando bons resultados.

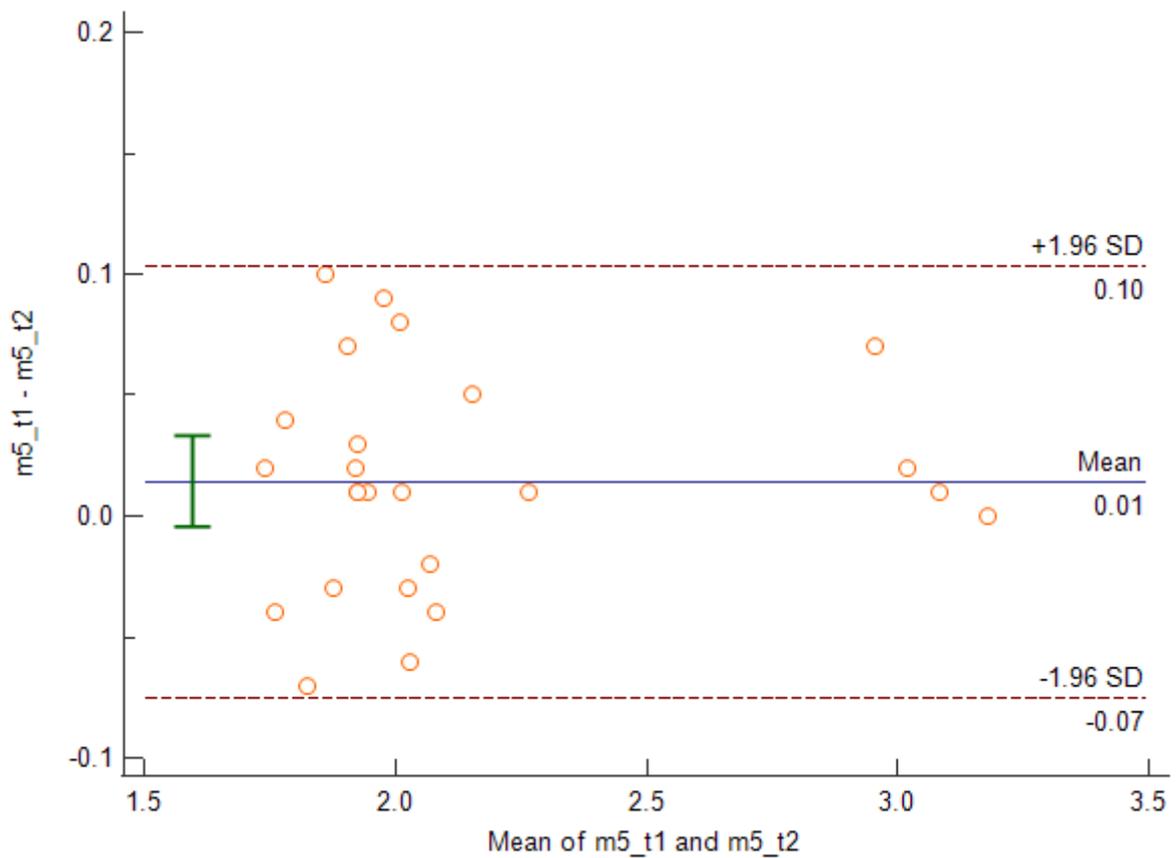
Para verificar a confiabilidade intraexaminador foi realizado o primeiro passo que foi utilizar o coeficiente intraclass, a tabela 2.3 apresenta dos dados e os resultados demonstram bom índice de confiabilidade intraexaminador.

Tabela 2.3 – Coeficiente intraclass da confiabilidade intraexaminador das variáveis m5, m6, m7 m8. São Paulo. 2021

	N	ICC	IC (95%)
m5_t1Xt2	50	0,994	0,987-0,997
m5_t1Xt2	50	0,988	0,973-0,994
m5_t1Xt2	50	0,952	0,896-0,978
m5_t1Xt2	50	0,973	0,940-0,988

Fonte: A autora.

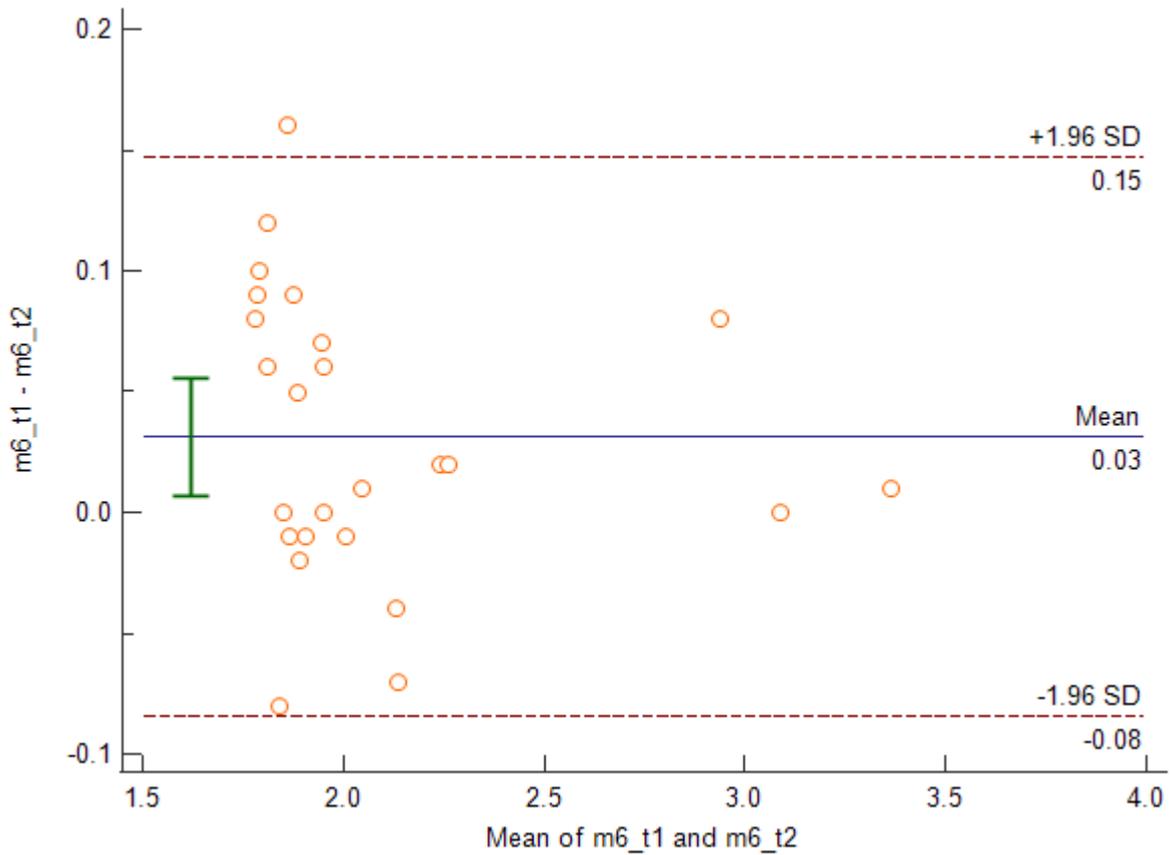
Figura 2.6 – Diagrama de Bland-Altman para a confiabilidade intraexaminador da variável m5. São Paulo. 2021



Fonte: A autora.

A Figura 2.6 apresenta o diagrama de Bland-Altman para a confiabilidade intraexaminador da variável m5. A média aritmética verificada foi de 0.014, apresentando bons resultados.

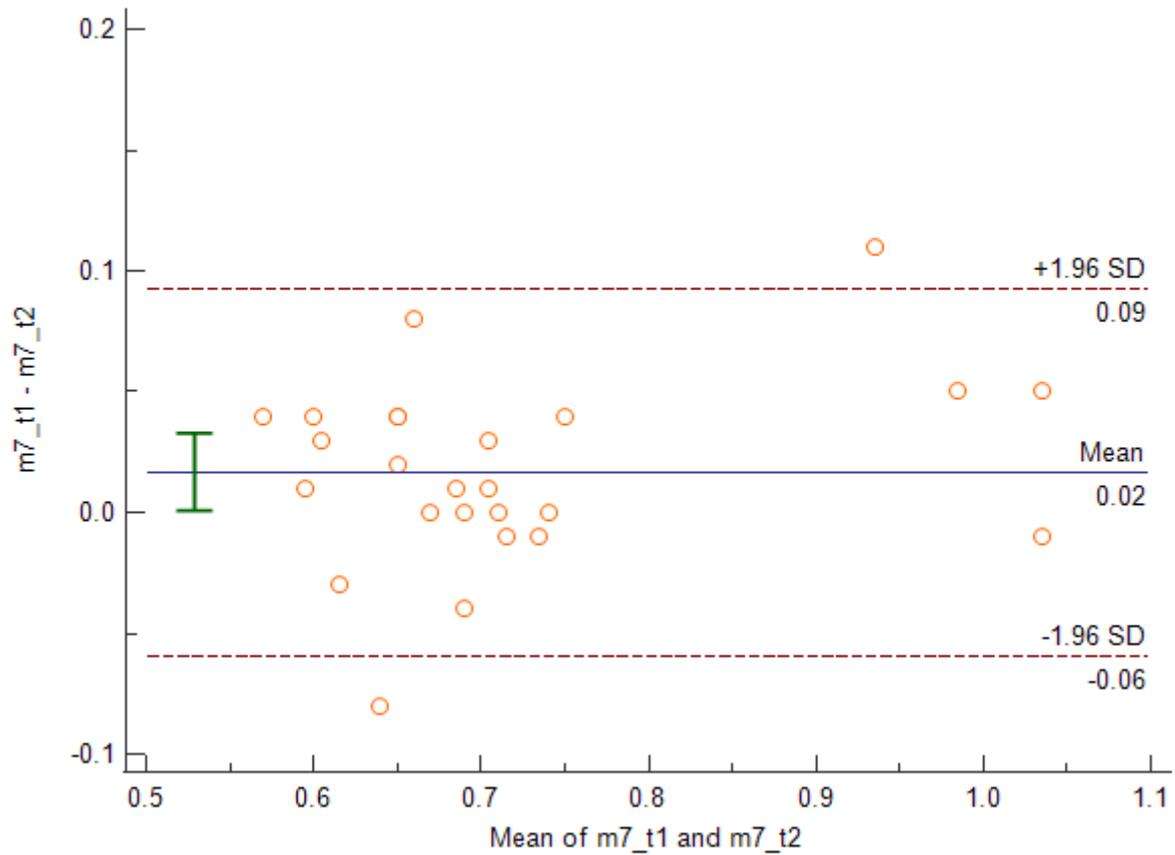
Figura 2.7 – Diagrama de Bland-Altman para a confiabilidade intraexaminador da variável m6. São Paulo. 2021



Fonte: A autora.

A Figura 2.7 apresenta o diagrama de Bland-Altman para a confiabilidade intraexaminador da variável m6. A média aritmética verificada foi de 0.015, apresentando bons resultados.

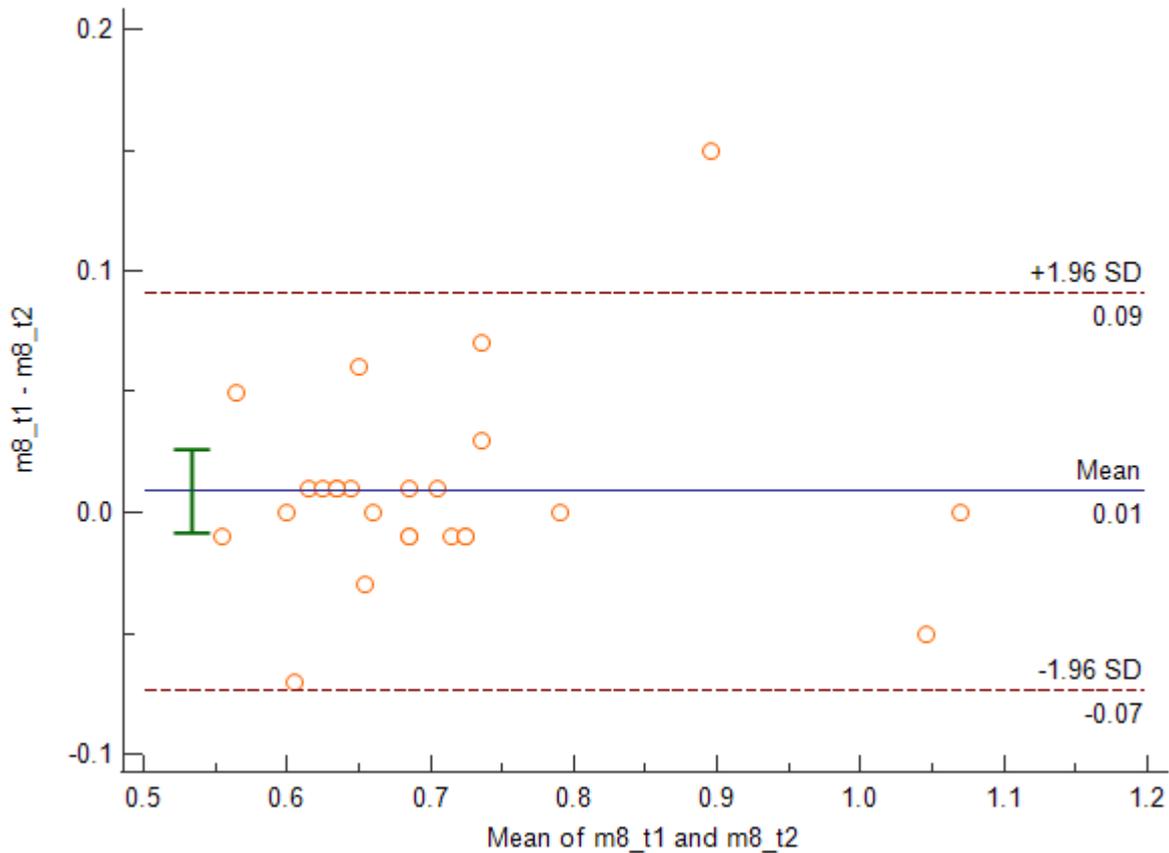
Figura 2.8 – Diagrama de Bland-Altman para a confiabilidade intraexaminador da variável m7. São Paulo. 2021



Fonte: A autora.

A Figura 2.8 apresenta o diagrama de Bland-Altman para a confiabilidade intraexaminador da variável m7. A média aritmética verificada foi de 0.016, apresentando bons resultados.

Figura 2.9 – Diagrama de Bland-Altman para a confiabilidade intraexaminador da variável m8. São Paulo. 2021



Fonte: A autora.

A Figura 2.9 apresenta o diagrama de Bland-Altman para a confiabilidade intraexaminador da variável m8. A média aritmética verificada foi de 0.008, apresentando bons resultados.

2.4 Discussão

Há mais de 70 anos os estudos forenses dedicam-se à melhor forma de realizar a correta determinação do sexo de remanescentes humanos. Muitas dessas estimativas estão baseadas na análise de características de elementos dentais e tratamentos odontológicos^{10,11} e poucos são os trabalhos que utilizam outras estruturas para realizar a predição do sexo^{12, 13}.

As variáveis utilizadas no presente estudo, apresentaram adequada reprodutibilidade de acordo com os resultados apresentados. De acordo com a análise de Bland-Altman^{5,6} os valores médios das diferenças obtidas pelos examinadores variaram entre 0.017 (m5) e 0.020 (m7), o que demonstra a confiabilidade do resultado de dois examinadores que executaram as mesmas medidas.

As médias entre os examinadores foram próximas de zero, o que não é significativo estatisticamente, ou seja, não houve diferença significativa entre os resultados das medidas realizadas pelos dois examinadores. Na figura 2.2 as medidas realizadas entre os examinadores encontram-se dentro do intervalo de confiança.

O valor de Bland-Altman não é estatisticamente diferente de zero o que significa que os examinadores tiveram um alto nível de concordância.

A tabela 2.1 analisa descritivamente as medidas entre valores máximos, mínimos e médios, analisa desvio padrão e o valor de P não adere à curva de normalidade, significa que a distribuição dos dados não é normal.

Dessa forma, os dados escolhidos e testados, podem ser utilizados como metadados para a automação da determinação do sexo em radiografias panorâmicas.

2.5 Conclusão:

A partir dos resultados do presente estudo conclui-se que os metadados propostos são confiáveis para a automação das medidas em radiografias panorâmicas para determinação do sexo como método auxiliar para a prática pericial.

2.6 Colaboradores do estudo

Ortiz AG, Miranda GE, Biazevic MGH. Michel-Crosato E.

REFERÊNCIAS²

1. Cattaneo C. Forensic anthropology: developments of a classical discipline in the new millennium. *Forensic Sci Int.* 2007 Jan 17;165(2-3):185-93. doi: 10.1016/j.forsciint.2006.05.018. Epub 2006 Jul 14. PMID: 16843626.
2. Sambhana S, Sanghvi P, Mohammed RB, Shanta PP, Thetay AA, Chaudhary VS. Assessment of sexual dimorphism using digital orthopantomographs in South Indians. *J Forensic Dent Sci.* 2016 Sep-Dec;8(3):180. doi: 10.4103/0975-1475.195113. PMID: 28123286; PMCID: PMC5210119.
3. Damera A, Mohanalakshmi J, Yellarthi PK, Rezwana BM. Radiographic evaluation of mandibular ramus for gender estimation: Retrospective study. *J Forensic Dent Sci.* 2016 May-Aug;8(2):74-8. doi: 10.4103/0975-1475.186369. PMID: 27555722; PMCID: PMC4970417.
4. Silva AF, Velo MMAC, Pereira AC. Importância da reprodutibilidade dos métodos para diagnóstico em odontologia. *RFO UPF.* 2016;21(1):115-120.
5. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* 1986 Feb 8;1(8476):307-10. PMID: 2868172.
6. Bland JM, Altman DG. Measuring agreement in method comparison studies. *Stat Methods Med Res.* 1999 Jun;8(2):135-60. doi: 10.1177/096228029900800204. PMID: 10501650.
7. Lefèvre T. Big data in forensic science and medicine. *J Forensic Leg Med.* 2018 Jul;57:1-6. doi: 10.1016/j.jflm.2017.08.001. Epub 2017 Aug 12. PMID: 29801942.
8. DeLisi M. The big data potential of epidemiological studies for criminology and forensics. *J Forensic Leg Med.* 2018 Jul;57:24-27. doi: 10.1016/j.jflm.2016.09.004. Epub 2016 Sep 6. PMID: 29801947.
9. Martins Filho IE, Lopez-Capp TT, Biazevic MG, Michel-Crosato E. Sexual dimorphism using odontometric indexes: Analysis of three statistical techniques. *J Forensic Leg Med.* 2016 Nov;44:37-42. doi: 10.1016/j.jflm.2016.08.010. Epub 2016 Aug 24. PMID: 27592445.
10. Pettenati-Soubayroux I, Signoli M, Dutour O. Sexual dimorphism in teeth: discriminatory effectiveness of permanent lower canine size observed in a

² De acordo com Estilo Vancouver.

- XVIIIth century osteological series. *Forensic Sci Int.* 2002 May 23;126(3):227-32. doi: 10.1016/s0379-0738(02)00080-4. PMID: 12062946.
11. Omar A, Azab S. Applicability of Determination of Gender from Odontometric Measurements of Canine Teeth in a Sample of Adult Egyptian Population, Cairo. *Dent J.* 2009;25(2):167-180.
 12. HUNT EE Jr, GLEISER I. The estimation of age and sex of preadolescent children from bones and teeth. *Am J Phys Anthropol.* 1955 Sep;13(3):479-87. doi: 10.1002/ajpa.1330130308. PMID: 13275581.
 13. Capitaneanu C, Willems G, Thevissen P. A systematic review of odontological sex estimation methods. *J Forensic Odontostomatol.* 2017 Dec 1;35(2):1-19. PMID: 29384732; PMCID: PMC6100233.
 14. Ortiz AG, Costa C, Silva RHA, Biazevic MGH, Michel-Crosato E. Sex estimation: Anatomical references on panoramic radiographs using Machine Learning. *Forensic Imaging.* 2020(20):200356.

3 CAPÍTULO III – ACURÁCIA DA AUTOMAÇÃO NA DETERMINAÇÃO DO SEXO A PARTIR DE PONTOS ANATÔMICOS EM RADIOGRAFIAS PANORÂMICAS, UTILIZANDO TÉCNICAS DE MACHINE LEARNING

3.1 Introdução

A determinação de sexo é uma das prioridades em exames de identificação humana. Em remanescentes humanos esqueletizados ou em estado avançado de decomposição já não mais é possível reconhecer o sexo do indivíduo e nesse momento as técnicas antropológicas para determinar o sexo são aplicadas. O osso que apresenta maior dimorfismo sexual é a pelve e em sua ausência, o crânio é o segundo melhor meio de fazer esse exame^{1,2}.

Os avanços das tecnologias digitais em radiografias médicas e odontológicas favorecem ainda mais a aplicação dos exames de imagem em Odontologia para fins forenses de atribuição de identidade, facilitando não apenas o momento do exame, mas também a análise das imagens de forma digital, o que permite que diversos recursos sejam utilizados no estudo das imagens radiográficas como a obtenção de medidas e uso das estruturas anatômicas visíveis. Mais uma facilidade é o banco de dados digital, que facilita a manutenção das informações e transferência de imagens^{3,4}.

A técnica utilizando *Machine Learning* é capaz de fazer análises preditivas, mesmo sem ter sido programado para isso por meio de modelos matemáticos conseguidos a partir de dados de “treinamento” de uma amostra. Redes neurais, árvores de decisão e outros métodos de aprendizagem de máquina têm sido usados para estimativa de sexo, também empregando caracteres métricos e morfológicos^{2,4,5,6,7}.

Nesse contexto o objetivo desse trabalho é verificar a acurácia da automação da determinação do sexo a partir de pontos anatômicos em radiografias panorâmicas, utilizando técnicas de *Machine Learning*, verificar a sua aplicabilidade na rotina pericial e em situações de desastre em massa.

3.2 Método

Tipo do estudo:

Foi conduzido um estudo de predição com radiografias panorâmicas, para realizar a automação da determinação do sexo utilizando algoritmos supervisionados.

Base de dados

Para a criação dos algoritmos para realizar a predição com automação do sexo, foram utilizadas 200 radiografias panorâmicas cedidas de serviço radiológico particular (ANEXO B), sendo 100 do sexo feminino e 100 do sexo masculino. Para testar a aplicabilidade foram utilizadas mais 10 radiografias panorâmicas.

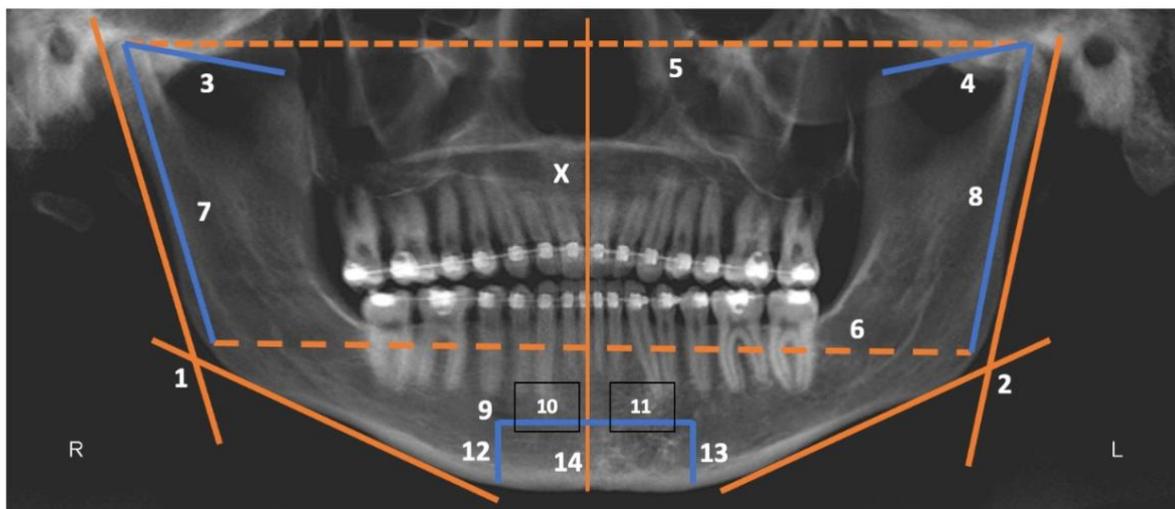
População do estudo:

Para a definição dos participantes na utilização da predição, foram utilizados os seguintes padrões matemáticos: significância = 0,05%, poder do teste = 80%, diferenças de média = 2, desvio padrão = 4, razão entre os grupos = 1. Totalizando 100 participantes por sexo. Foram utilizadas 10 radiografias para verificar a aplicabilidade do método.

Metadados:

Para a definição do treinamento dos algoritmos utilizados na automação das medidas em pixel realizadas no programa de domínio público ImageJ em radiografias panorâmicas, foram utilizadas 4 das 13 medidas lineares e angulares na mandíbula dos pacientes Figura 3.1 e Tabela 3.1, que serviram de base para as análises seguindo a Metodologia de Ortiz et al., 2020². As medidas foram mensuradas em pixel. Para a realização das medidas foram utilizados pontos de referência: côndilos direito e esquerdo; base de mandíbula; processos coronóides; forames mentuais; gônio; ângulo de mandíbula; mento e foi traçada a linha mediana.

Figura 3.1 - Medidas lineares e angulares marcadas nas radiografias panorâmicas



Fonte: A autora.

Quadro 3.1 - Descrição das medidas utilizadas

1- AMD (D)	8- C – Go (E)
2- AMD (E)	9- FM – FM: FM – PSM (D)
3- C – Co (D)	10- FM – PSM (E)
4- C – Co (E)	11- FM – FM x PSM
5- C – C	12- FM – BMD (D)
6- Go – Go	13- FM – BMD (E)
7- C – Go (D)	14- X Me

D – Direito; E – Esquerdo; AMD- ângulo mandibular direito; C – Cântilo; Co – Processo coronóide; Go – Go; FM – Forame Mental; PSM – Plano Sagital Mediano; Me – Mento; BMD – Base da Mandíbula; X – Ponto de intersecção Me-Me – PSM-Me

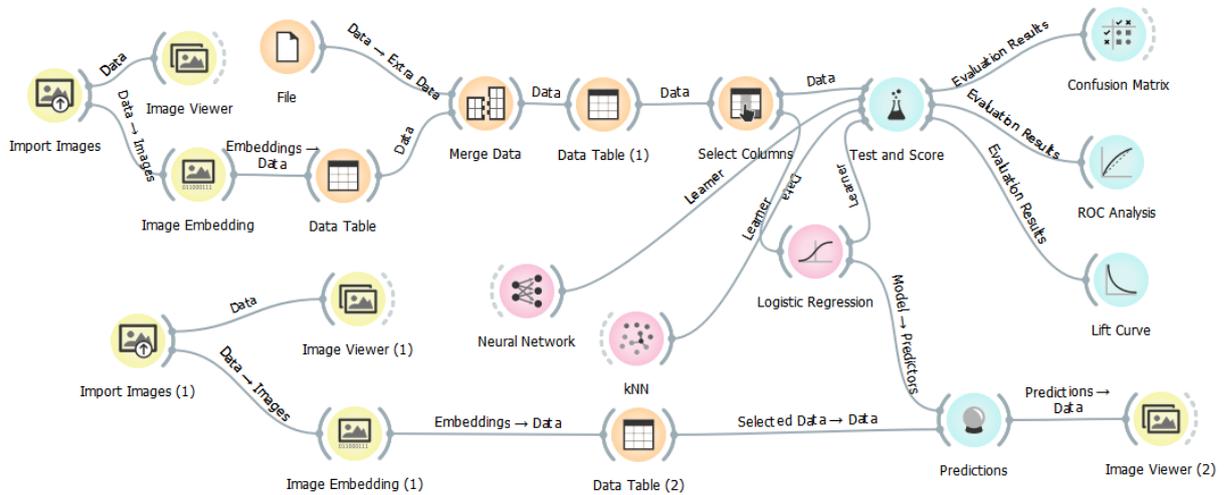
Fonte: A autora.

Criação do Sistema de Automação:

Análise de dados:

Para a definição do treinamento dos algoritmos utilizados na automação das medidas realizadas foram realizados os seguintes passos no programa Orange visualizados na Figura 3.2.

Figura 3.2 - Etapas da criação da automação da determinação do sexo. São Paulo. 2021



Fonte: A autora.

Etapas

Etapa 1:

Importação das 200 imagens.

Etapa 2:

Visualização das 200 imagens

Etapa 3:

Preparação das 200 imagens

Etapa 4:

Aplicação do algoritmo V3 para criar padrões matemáticos das 200 radiografias panorâmicas.

Etapa 5:

Visualização da tabela com as variáveis criadas automaticamente pelo algoritmo v3.

Etapa 6:

Importação da tabela com os metadados das variáveis m5, m6, m7, m8 e o sexo real das radiografias.

Etapa 7

Elaborar novo banco de dados juntando as duas tabelas existentes.

Etapa 8:

Visualização do novo banco de dados.

Etapa 9:

Selecionar as variáveis, indicando as variáveis de análise que foram todas as geradas pelo algoritmo v3. A variável supervisionada do sexo real e as variáveis de meta dados que são as variáveis: m5, m6 m7 e m8.

Etapa 10:

Aplicar os algoritmos de determinação do sexo, KNN, Regressão Logística e as Redes Neurais

Etapa 11:

Escolher o melhor algoritmo.

Etapa 12:

Fazer a predição do sexo.

Etapa 13:

Visualização da predição da determinação do sexo.

Etapa 14:

Testar a aplicabilidade dos algoritmos.

Etapa 15:

Importação das 10 imagens.

Etapa 16:

Visualização das 10 imagens

Etapa 17:

Preparação das 10 imagens

Etapa 18:

Aplicação do algoritmo V3 para criar padrões matemáticos das 200 radiografias panorâmicas.

Etapa 19:

Visualização da tabela com as variáveis criadas automaticamente pelo algoritmo v3.

Etapa 20:

Predição automatizada das radiografias panorâmicas.

Etapa 21

Visualização dos resultados.

Os softwares utilizados no estudo foram: o R studio, o R, Orange e Medcalc.

Considerações éticas:

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da FOU SP e foi aprovado (Parecer 79354517000000075). (ANEXO A)

3.3 Resultados

Foram selecionadas 200 radiografias panorâmicas de ambos os sexos. Para a criação de metadados foram mensuradas 4 medidas lineares: m5, m6, m7 e m8 (Tabela 3.1). Todas as variáveis não apresentaram adesão a curva de normalidade verificando o dimorfismo sexual. Todas as variáveis apresentaram diferenças entre os sexos com valores de p menores que 0,1 sendo as variáveis m5, m7 e m8 os valores foram menores que 0,05.

Tabela 3.1 – Distribuição das radiografias panorâmicas de acordo com o sexo e adesão a curva de normalidade. São Paulo. 2021

Var	N	MASC.	DP**	N	FEM.	DP	Norm.	p
m5	100	2097,78	464,19	50,00	2094,69	100	0,000	0,036*
m6	100	1998,19	424,21	50,00	2014,34	100	0,000	0,068**
m7	100	742,44	140,52	50,00	694,46	100	0,000	0,001*
m8	100	723,30	138,82	50,00	680,60	100	0,000	0,001*

*Mann-Whitney ** Desvio Padrão

Fonte: A autora.

Para verificar a acurácia do modelo após a realização do algoritmo V3 e realizar o aprendizado de máquinas foi aplicado três modelos. O que melhor se ajustou ao modelo foi a Regressão Logística com a área da curva ROC de 0,798 (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 - Acurácia dos algoritmos para automação da determinação por sexo em radiografias panorâmicas. São Paulo. 2021

Var	N	AUC	DP**
KNN	200	0,689	0.660
Neural Network	200	0,764	0.700
Logistic Regression	200	0,798	0.710

Fonte: A autora.

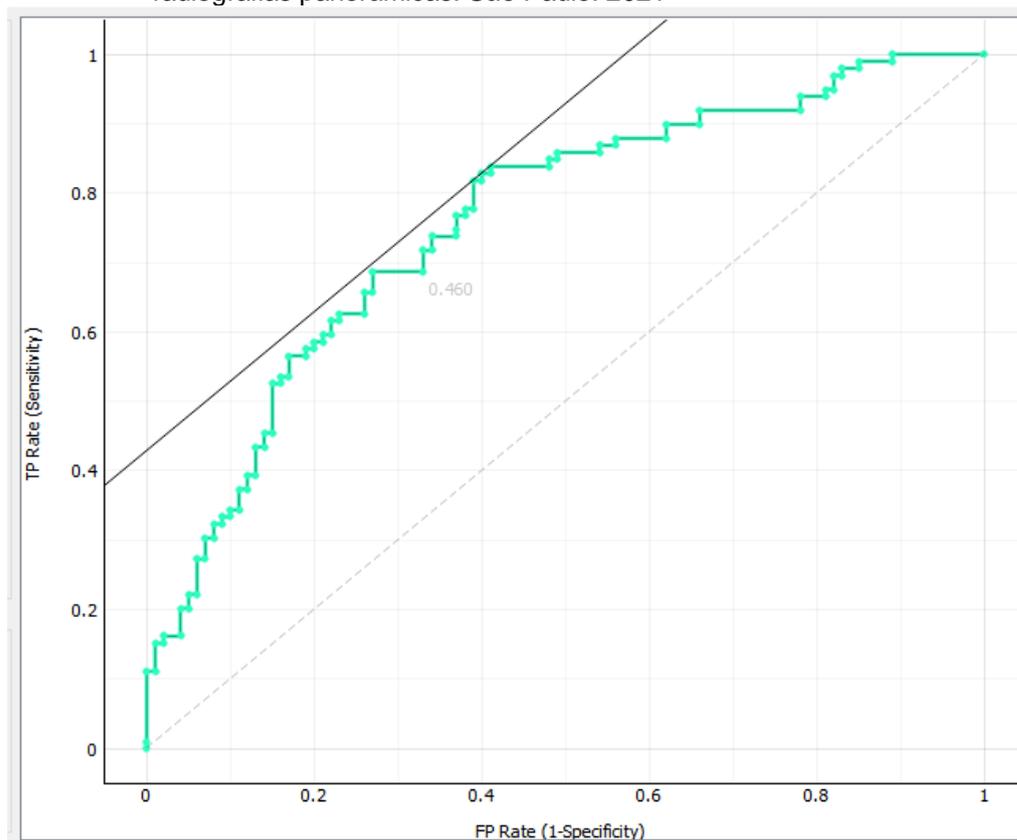
A tabela 3.3 apresenta os resultados de erros e acertos para a predição automatizada do sexo. Para o sexo feminino o acerto foi de 70,4%, já para o sexo masculino a predição foi de 69,6%, utilizando o algoritmo da regressão logística. A figura 3.3 apresenta a curva ROC do algoritmo de regressão logística e o valor encontrado foi de 0,460.

Tabela 3.3 - Erros e acertos da regressão logística para automação da determinação por sexo em radiografias panorâmicas. São Paulo. 2021

		Sexo Real	
		Fem.	Masc.
Predição	Fem.	70,4	29,6
	Masc.	30,4	69,1

Fonte: A autora.

Figura 3.3 - Curva ROC da Regressão Logística para automação da determinação por sexo em radiografias panorâmicas. São Paulo. 2021



Fonte: A autora.

Para verificar a aplicabilidade do método foram selecionadas 10 radiografias aleatórias e sem realizar nenhuma mensuração linear aplicada pelo pesquisador, aplicando apenas mensurações automáticas do Algoritmo V3 e para verificar a determinação do sexo utilizando a regressão logística a tabela 3.4 apresenta a probabilidade de as 10 radiografias panorâmicas serem do sexo masculino ou feminino. Nessa fase o algoritmo acertou 100% das radiografias estudadas.

Tabela 3.4 - Probabilidade da determinação por sexo em radiografias panorâmicas. São Paulo. 2021

Radiografia Panorâmica	% Fem.	% Masc.	Determinação
1	45	55	Masc.
2	83	17	Fem.
3	96	4	Fem.
4	40	60	Masc.
5	83	17	Fem.
6	69	31	Fem.
7	97	3	Fem.
8	85	15	Fem.
9	73	27	Fem.
10	82	38	Fem.

Fonte: A autora.

3.4 Discussão

O estudo tem a intenção de fazer uma triagem das imagens em acidentes em larga escala, com múltiplas vítimas, para facilitar a identificação de um indivíduo. Não se pretende realizar a identificação pessoal, que deve ser realizada segundo as recomendações da “INTERNATIONAL ORGANIZATION for FORENSIC ODONTO-STOMATOLOGY (IOFOS)”^{8,9}.

Com a utilização de aprendizado de máquinas e aprendizado de máquinas profundo, possibilitou na área de inteligência artificial várias possibilidades de aplicação em inteligência artificial^{10,11}. Nos últimos anos, o uso de algoritmos em imagens, tem sido usado gradualmente em todas as áreas da odontologia, a maioria das quais são relacionados aos dentes, às gengivas e tecido dentário, arcada

dentária, e a outros elementos estomatognático. No presente estudo foram utilizadas medidas antropológicas da fase, mensurada em radiografias panorâmicas.

A utilização da aplicação de inteligência artificial deve estar alicerçada nos princípios fundamentais da ciência e da publicação científica¹⁰. Os resultados científicos devem ser reproduzíveis, e uma publicação científica deve descrever o trabalho dos autores em detalhes suficientes para permitir que os leitores determinem o rigor, qualidade e generalização do trabalho, e potencialmente para reproduzir os resultados do trabalho. O relato desse estudo foi baseado nos padrões para Relatórios de Estudos de Precisão de Diagnóstico (STARD)^{12,13,14}.

Apesar do desempenho promissor dos modelos de IA descrito, ainda é necessário verificar a generalização e confiabilidade desses modelos, usando dados externos que são obtidos em recém-recrutados pacientes ou coletados de outras instituições odontológicas^{15,16}. No presente estudo foi testado com 10 radiografias para mensurar a praticabilidade do modelo, mas esse número é baixo e novas pesquisas devem ser realizadas.

3.5 Conclusão

A estimativa de sexo automatizada pode ser realizada por pontos anatômicos visíveis em radiografias panorâmicas, pode ser um bom método auxiliar de identificação em desastres em massa e trará benefícios ao ser incorporado na rotina pericial.

3.6 Colaboradores do estudo

Ortiz AG. Miranda G.E. Biazevic MGH. Michel-Crosato E.

REFERÊNCIAS¹

1. Spradley MK, Jantz RL. Sex estimation in forensic anthropology: skull versus postcranial elements. *J Forensic Sci.* 2011 Mar;56(2):289-96. doi: 10.1111/j.1556-4029.2010.01635.x. Epub 2011 Jan 6. PMID: 21210801.
2. Ortiz AG, Costa C, Silva RHA, Biazevic MGH, Michel-Crosato E. Sex estimation: Anatomical references on panoramic radiographs using Machine Learning. *Forensic Imaging.* 2020 (20): 200356.
3. Matsuda S, Yoshida H, Ebata K, Shimada I, Yoshimura H. Forensic odontology with digital technologies: A systematic review. *J Forensic Leg Med.* 2020 Aug;74:102004. doi: 10.1016/j.jflm.2020.102004. Epub 2020 Jul 1. PMID: 32658766.
4. Curate F, Coelho J, Gonçalves D, Coelho C, Ferreira MT, Navega D, Cunha E. A method for sex estimation using the proximal femur. *Forensic Sci Int.* 2016 Sep;266:579.e1-579.e7. doi: 10.1016/j.forsciint.2016.06.011. Epub 2016 Jun 16. PMID: 27373600.
5. Ortiz AG, Soares GH, da Rosa GC, Biazevic MGH, Michel-Crosato E. A pilot study of an automated personal identification process: Applying machine learning to panoramic radiographs. *Imaging Sci Dent.* 2021 Jun;51(2):187-193. doi: 10.5624/isd.20200324. Epub 2021 May 6. PMID: 34235064; PMCID: PMC8219452.
6. Savall F, Faruch-Bilfeld M, Dedouit F, Sans N, Rousseau H, Rougé D, Telmon N. Metric Sex Determination of the Human Coxal Bone on a Virtual Sample using Decision Trees. *J Forensic Sci.* 2015 Nov;60(6):1395-400. doi: 10.1111/1556-4029.12845. Epub 2015 Aug 10. PMID: 26259073.
7. Langlely NR, Dudzik B, Cloutier A. A Decision Tree for Nonmetric Sex Assessment from the Skull. *J Forensic Sci.* 2018 Jan;63(1):31-37. doi: 10.1111/1556-4029.13534. Epub 2017 May 16. PMID: 28508544.
8. IOFOS. Recommendations for Quality Assurance: Body Identification. Mass Disaster, 2017 2p.
9. IOFOS. Recommendations for Quality Assurance: Body Identification. Single Case, 2018 5p.

¹¹ De acordo com Estilo Vancouver.

10. Kahn CE Jr. Artificial Intelligence, Real Radiology. *Radiol Artif Intell*. 2019 Jan 30;1(1):e184001. doi: 10.1148/ryai.2019184001. PMID: 33937786; PMCID: PMC8017375.
11. Mongan J, Moy L, Kahn CE Jr. Checklist for Artificial Intelligence in Medical Imaging (CLAIM): A Guide for Authors and Reviewers. *Radiol Artif Intell*. 2020 Mar 25;2(2):e200029. doi: 10.1148/ryai.2020200029. PMID: 33937821; PMCID: PMC8017414.
12. Bossuyt PM, Reitsma JB, Bruns DE, Gatsonis CA, Glasziou PP, Irwig L, Lijmer JG, Moher D, Rennie D, de Vet HC, Kressel HY, Rifai N, Golub RM, Altman DG, Hooft L, Korevaar DA, Cohen JF; STARD Group. STARD 2015: An Updated List of Essential Items for Reporting Diagnostic Accuracy Studies. *Clin Chem*. 2015 Dec;61(12):1446-52. doi: 10.1373/clinchem.2015.246280. Epub 2015 Oct 28. PMID: 26510957.
13. 13 Bossuyt PM, Reitsma JB, Bruns DE, Gatsonis CA, Glasziou PP, Irwig LM, Lijmer JG, Moher D, Rennie D, De Vet HC; Standards for Reporting of Diagnostic Accuracy. Towards complete and accurate reporting of studies of diagnostic accuracy: the STARD initiative. *AJR Am J Roentgenol*. 2003 Jul;181(1):51-5. doi: 10.2214/ajr.181.1.1810051. PMID: 12818829.
14. Bossuyt PM, Reitsma JB, Bruns DE, Gatsonis CA, Glasziou PP, Irwig LM, Lijmer JG, Moher D, Rennie D, de Vet HC; Standards for Reporting of Diagnostic Accuracy. Towards complete and accurate reporting of studies of diagnostic accuracy: the STARD initiative. *Standards for Reporting of Diagnostic Accuracy*. *Clin Chem*. 2003 Jan;49(1):1-6. doi: 10.1373/49.1.1. PMID: 12507953.
15. Khanagar SB, Vishwanathaiah S, Naik S, A Al-Kheraif A, Devang Divakar D, Sarode SC, Bhandi S, Patil S. Application and performance of artificial intelligence technology in forensic odontology - A systematic review. *Leg Med (Tokyo)*. 2021 Feb;48:101826. doi: 10.1016/j.legalmed.2020.101826. Epub 2020 Dec 10. PMID: 33341601.
16. Cohen JF, Korevaar DA, Altman DG, Bruns DE, Gatsonis CA, Hooft L, Irwig L, Levine D, Reitsma JB, de Vet HC, Bossuyt PM. STARD 2015 guidelines for reporting diagnostic accuracy studies: explanation and elaboration. *BMJ Open*. 2016 Nov 14;6(11):e012799. doi: 10.1136/bmjopen-2016-012799. PMID: 28137831; PMCID: PMC5128957.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Odontologia Legal e/ou Forense deve e pode auxiliar nas lides judiciais. Exames odontológicos podem contribuir nesse processo e a utilização de imagens radiográficas constitui um método eficaz, de baixo custo e eficiente de identificação humana primária e secundária.

A estimativa de sexo automatizada pode ser realizada por pontos anatômicos visíveis em radiografias panorâmicas e pode ser um bom método auxiliar de identificação em desastres em massa.

ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética (Brasil) e autorização

	USP - FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE SÃO													
PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP														
DADOS DO PROJETO DE PESQUISA														
Título da Pesquisa: Identificação humana e estimativa de sexo a partir de pontos anatômicos em radiografias panorâmicas.														
Pesquisador: Adrielly Garcia Ortiz														
Área Temática:														
Versão: 4														
CAAE: 79354517.0.0000.0075														
Instituição Proponente: Universidade de São Paulo - Faculdade de Odontologia														
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio														
DADOS DO PARECER														
Número do Parecer: 2.635.592														
Apresentação do Projeto:														
<p>No presente projeto os pesquisadores buscam contribuir com a Odontologia Legal, no intuito de criar e validar um método de identificação humana utilizando medidas em pontos anatômicos da face visíveis em radiografias panorâmicas, que são imutáveis mesmo após tratamentos odontológicos extensos. Neste estudo serão utilizadas 220 radiografias panorâmicas de 110 pacientes da clínica radiológica Dental X, nas quais serão realizadas medidas utilizando pontos anatômicos da mandíbula que serão comparadas em exames do mesmo paciente em momentos diferentes.</p>														
Objetivo da Pesquisa:														
<p>O objetivo desse trabalho é criar e validar um método de identificação humana utilizando medidas em pontos anatômicos da face visíveis em radiografias panorâmicas, que são imutáveis mesmo após tratamentos odontológicos extensos.</p>														
Avaliação dos Riscos e Benefícios:														
<p>Os riscos são mínimos, pois não haverá contato com os participantes da pesquisa. Com relação aos benefícios, esta pesquisa poderá contribuir com o processo de identificação humana em âmbito forense, desenvolvendo um método que possa ser praticado nos Institutos Médicos Legais brasileiros.</p>														
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td colspan="3">Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227</td> </tr> <tr> <td>Bairro: Cidade Universitária</td> <td>CEP: 05.508-900</td> <td></td> </tr> <tr> <td>UF: SP</td> <td>Município: SAO PAULO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Telefone: (11)3091-7960</td> <td>Fax: (11)3091-7814</td> <td>E-mail: cepfo@usp.br</td> </tr> </table>			Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227			Bairro: Cidade Universitária	CEP: 05.508-900		UF: SP	Município: SAO PAULO		Telefone: (11)3091-7960	Fax: (11)3091-7814	E-mail: cepfo@usp.br
Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227														
Bairro: Cidade Universitária	CEP: 05.508-900													
UF: SP	Município: SAO PAULO													
Telefone: (11)3091-7960	Fax: (11)3091-7814	E-mail: cepfo@usp.br												
Página 01 de 03														



USP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO



Continuação do Parecer: 2.635.592

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto apresenta-se com objetivo claro e pertinente.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados os documentos: informações básicas do projeto, folha de rosto, autorização de utilização do acervo de radiografias panorâmicas e projeto completo.

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:

Todas as considerações foram atendidas. Não há pendências.

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_P ROJETO_1009533.pdf	10/04/2018 11:21:39		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_Mestrado1.pdf	10/04/2018 11:20:49	Adrielly Garcia Ortiz	Aceito
Folha de Rosto	Folha_rosto.pdf	01/03/2018 20:21:14	Adrielly Garcia Ortiz	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DentalX2.pdf	20/11/2017 19:00:50	Adrielly Garcia Ortiz	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227
Bairro: Cidade Universitária CEP: 05.508-900
UF: SP Município: SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 Fax: (11)3091-7814 E-mail: cepfo@usp.br



USP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO



Continuação do Parecer: 2.635.592

SAO PAULO, 04 de Maio de 2018

Assinado por:
Maria Gabriela Haye Blazevic
(Coordenador)

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227
Bairro: Cidade Universitária CEP: 05.508-900
UF: SP Município: SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 Fax: (11)3091-7814 E-mail: cepfo@usp.br

ANEXO B – Autorização acervo radiográfico



São Paulo, 20 de Novembro de 2017

AUTORIZAÇÃO

Eu, Darwin Martins Braga Diretor clínico e responsável técnico pela empresa Oral X Odontologia Ltda, nome fantasia Oral X 3D localizada na Rua Teodoro Sampaio, 744 cj 76 pinheiros São Paulo SP CEP 05406000, telefone 11 3064-4668, autorizo a utilização de 220 radiografias panorâmicas de pacientes maiores de 18 anos, do acervo da referida clínica para a pesquisa "*Identificação humana e estimativa de sexo a partir de pontos anatômicos em radiografias panorâmicas*" que será conduzida por Adrielly Garcia Ortiz e pelo Professor Dr. Edgard Michel Crosato, ambos pesquisadores pertencentes ao programa de Pós Graduação em Ciências Odontológicas, área de atuação em Odontologia Legal da Universidade de São Paulo.

O objetivo desse estudo é validar um novo método de identificação humana utilizando pontos anatômicos visíveis em radiografias panorâmicas. Para alcançar esse objetivo, dois examinadores serão calibrados para realizar as medidas utilizando o software ImageJ. Realizadas as medidas pertinentes ao estudo, os dados serão analisados e fórmulas matemáticas serão desenvolvidas para reproduzir o método.

Os pesquisadores se comprometem em manter a identidade do acervo composto por 220 radiografias panorâmicas da Oral X 3D em sigilo. A pesquisa será realizada após aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

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

Dr. Darwin Martins Braga
CROSP 44386
Diretor Clínico